

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Janne Airaksinen

RUOKOHELPIHAKKEEN, MATOMULLAN JA KOMPOSTOIDUN
KANANLANNAN KASVUALUSTAKÄYTTÖ JÄÄSALAATIN KASVI-
HUONEVILJELYSSÄ

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2013
Maaseutuelinkeinojen
koulutusohjelma

Sirkkalantie 12 A 2
80100 JOENSUU
p. (013) 260 6906

Tekijä

Janne Airaksinen

Nimeke

Ruokohelpihakkeen, matomullan ja kompostoidun kananlannan kasvualustakäyttö jääsalaatin kasvihuoneviljelyssä

Toimeksiantaja

Kiteen mato ja multa Oy

Tiivistelmä

Turvevarojen käyttöä vastustetaan nykyään turpeennoston aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen ja harvinaisten elinympäristöjen häviämisen vuoksi. Maailmassa nostetaan vuosittain 90 milj. m³ turvetta, josta valtaosa, n. 40 milj. m³, käytetään esimerkiksi vihanesten, kukkien ja taimien kasvatuksessa käytettävissä kasvualustoissa. Turpeen käytön rajoittaminen aiheuttaisi lisääntyntä tarvetta vaihtoehtoisille materiaaleille kasvualustakäytössä.

Tässä esitutkimuksessa selvitettiin ruokohelpihakkeesta valmistetun kasvualustan toimivuutta kasvihuoneviljelyssä. Lisäksi tutkittiin matokompostoimalla saadun matomullan sekä kompostoidun kananlannan toimivuutta ruokohelpikasvualustojen lannoitteena. Tutkimus toteutettiin kasvatuskokeena, jossa eri määrillä matomullalla ja kananlannalla lannoitettiin 15 ruokohelpikennossa kasvatettiin jääsalaattia. Kokeessa tutkittiin jääsalaatin itävyyttä ja tuorepainoa.

Saatujen tulosten mukaan jääsalaatti iti parhaiten ruokohelpikasvualustoissa, joissa ei ollut kananlantaa. Pelkällä ruokohelpihakkeella täytetyissä kasvualustoissa keskimääräinen itävyysprosentti oli 61. Ruokohelpialustojen parhaatkin itävyytulokset olivat silti huonot verrattuna turvekasvualustassa itäneisiin siemeniin, joiden keskimääräinen itävyys oli 91 %. Itävyyden huomattiin huononevan lisättäessä kasvualustoihin kananlantaa. Syynä huonoon itävyyteen oli myös kasvualustojen kuivuminen itämisvaiheessa. Matomullan vaikutus itävyyteen oli vähäinen.


Jääsalaatin suurin keskimääräinen tuorepaino, 113 g, oli ruokohelpikennossa, jossa oli lannoitteena 2,5 % kananlantaa. Lannoittamattomissa ruokohelpikennoissa tuorepainot olivat keskimäärin 96 g ja turvekasvualustassa 109 g. Matomullan vaikutuksen jääsalaatin tuorepainoon huomattiin olevan hieman negatiivinen. Myös kananlannan vaikutus tuorepainoon oli pääosin negatiivinen, mutta se johtui todennäköisesti liian suurista kananlannan käyttömäärästä.

Kieli
suomi

Sivuja 57
Liitteet -
Liitesivumäärä -

Asiasanat

Kasvualustat, ruokohelpi, salaattit

 Karelia UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	THESIS May 2013 Degree Programme in Rural Industries Sirkkalantie 12 A 2 FI 80100 JOENSUU FINLAND p. (013) 260 6906
Author Janne Airaksinen	
Title Chipped Reed Canary Grass, Vermicomposts and Composted Chicken Manure as growing medium constituents in "Frillice" -lettuce growing Commissioned by Kiteen mato ja multa Oy	
Abstract <p>Peat moss extraction is resisted nowadays due to ecological reasons and greenhouse gas emissions. Some 90 million cubic meters of peat moss is extracted annually and large proportion of it, about 40 million cubic meters, are used as growing medium constituent in the field of horticulture. The demand for alternative growing medium constituents may increase in future if more peat lands are preserved.</p> <p>The aim of this study was to test an alternative growing medium for peat moss. The tested material in this experiment was chipped reed canary grass. Tested growing mediums were fertilized with vermicomposts and composted chicken manure. The plant used in this experiment was "frillice" -lettuce. The topics tested in this study were sprouting and fresh weights of salads.</p> <p>It was found that the best sprouting percentages, 61 % on average, were in the growing mediums with no chicken manure fertilizer. The effect of chicken manure on sprouting was negative. Using vermicomposts in growing mediums did not affect on sprouting. Sprouting in reed canary grass was not good when compared to peat moss growing mediums, 91 % on average. The main reasons for poor sprouting were drought of growing mediums and too intensive fertilizing.</p> <p>The highest fresh weight average per salad, 113 grams, was in the growing medium with 2.5 % of composted chicken manure. In peat moss growing medium the average was 109 grams. The effect of vermicomposts on fresh weight was slightly negative. The effect of composted chicken manure on fresh weight was mainly negative. Too intensive fertilizing was probably the main reason also for poor fresh weights.</p>	
Language Finnish	Pages 57 Appendices - Pages of Appendices -
Keywords Growing medium, reed canary grass, lettuce	

Nimiö	
Tiivistelmä	
Abstract	
Sisällys	
Kuvat, kuviot ja taulukot	

1	Johdanto.....	7
2	Yleistä puutarhataloudesta	8
2.1	Puutarhatuotanto Suomessa	8
2.2	Turve kasvualustoissa	8
3	Kasvualustat.....	9
3.1	Kasvualustoja koskeva lainsäädäntö	9
3.2	Kasvualustojen fysikaaliset ominaisuudet.....	9
3.2.1	Kokonaistilavuus	9
3.2.2	Hiukkaskoko	10
3.2.3	Huokoskoko	11
3.3	Kasvualustojen kemialliset ominaisuudet.....	11
3.3.1	pH.....	11
3.3.2	Johtokyky	12
3.3.3	Aktiivisuus/inaktiivisuus	13
3.4	Erilaisia kasvualustoja.....	13
3.4.1	Turve	13
3.4.2	Kivivilla	15
3.4.3	Muut kasvualustat	16
4	Jääsalaatin kasvatus	17
4.1	Kasviravinteet ja lannoitus	17
4.1.1	Pää- ja hivenravinteet.....	17
4.1.2	Kasvin ravinteidenotto	17
4.1.3	Ravinnemäärät kasvualustassa	18
4.1.4	Lannoitus.....	18
4.2	Kylvö	19
4.3	Siemenen itäminen	19
4.4	Mahdolliset ongelmat itämisessä ja kasvussa	20
4.5	Jääsalaatin kasvatusvaiheet ja laatuvaatimukset	20
5	Ruokohelpi	21
5.1	Ruokohelpi kasvina.....	21
5.2	Ruokohelpikasvuston ominaisuudet	21
5.3	Ruokohelven viljely	21
6	Matokompostointi	23
6.1	Matokompostoinnin periaate	23
6.2	Matomulta	23
6.3	Esimerkkejä kaupallisesta matokompostoinnista	24
7	Aikaisemmat tutkimukset.....	25
8	Tutkimuksen tavoitteet ja aiheen rajaus	27
9	Tutkimusmenetelmät	28
9.1	Koeasetelma.....	28
9.2	Koepaikka	28
9.3	Koejäsenet.....	28
9.3.1	Kasvualustakennojen seossuhteet	28

9.3.2	Kokeessa käytetty kananlanta.....	29
9.3.3	Kokeessa käytetty matomulta	30
9.3.4	Kokeessa käytetty turvekasvualusta	30
9.3.5	Lannoitemäärät tutkittavissa kasvualustoissa	30
9.4	Perustamis- ja kasvatustoimenpiteet	31
9.4.1	Kasvupaikka ja kasvatuksen vaiheet.....	31
9.4.2	Kennojen täyttö ja peruslannoitus	32
9.4.3	Kylvö ja idätys	33
9.4.4	Kasvatus taimipöydällä.....	34
9.4.5	Kasvatus kourussa	35
9.4.6	Kasvatuskokeen lopetus	35
9.4.7	Verrokkialustojen kasvatus.....	36
9.5	Havainnot ja mittaukset.....	36
9.6	Tulosten analysointimenetelmät	37
10	Tulokset	38
10.1	Jääsalaatin siementen itäminen.....	38
10.2	Mallinnus jääsalaatin siementen itävyydelle	39
10.2.1	Monimuuttujaregressio -kuvion tulkinta	39
10.2.2	Mallinnuksen tulokset.....	40
10.3	Itävyyden riippuvuus kasvualustan puristenesteen johtokyvystä	41
10.4	Mallinnus kasvualustojen puristenesteen johtokyvylle	42
10.5	Jääsalaattien tuorepainot.....	43
10.6	Mallinnus jääsalaatin tuorepainolle	44
11	Tulosten tarkastelu.....	47
11.1	Jääsalaatin siementen itäminen.....	47
11.2	Jääsalaattien tuorepainot.....	49
12	Pohdinta.....	50
12.1	Päätelmät tuloksista.....	50
12.2	Tutkimuksen luotettavuus	51
12.3	Kehitysehdotukset	53
	Lähteet.....	55

Kuvat, kuviot ja taulukot

- Kuva 1. Kasvualustaseoksien valmistuksessa käytetty blenderi ja kasvualustakenno
- Kuva 2. Salaatinsiementen kylvössä käytetty kylvölaite
- Kuva 3. Ruokohelpialustoissa olevat jääsalaatit taimikasvatusvaiheessa
- Kuva 4. Keskellä kuvaa ruokohelpihakkeessa kasvaneet taimet siirrettyinä kasvatuskouruihin
- Kuva 5. Täysikasvuiset jääsalaattikasvustot ennen punnitusta
- Kuvat 6 & 7 Vasemmalla kuvassa 6 oleva ruokohelpihake on oikealla kuvassa 7 olevaa turvekasvualustaa huomattavasti karkearakenteisempaa
- Kuva 8. Huonosti sekoittunut kananlanta ja sen liian suuri määrä kasvualustassa on polttanut itäneen siemenen juuren

Taulukko 1. Kennojen täyttöjärjestys ja ruokohelven, matomullan ja kananlantan tilavuusosuudet kennoittain

Taulukko 2. Kennokohtaiset liukoisen typen, fosforin ja kaliumin lannoitemäärät

- Kuvio 1. Kennokohtaiset salaatinsiementen itävyysprosentit ryhmiteltyinä keskenään saman seossuhteen ruokohelpeä, matomultaa ja kananlantaa sisältäneisiin kennoihin
- Kuvio 2. Kuvio 2. Modde 7 -ohjelmistolla saatu malli jääsalaatin itävyydelle kasvualustan eri seossuhteilla. $R^2=0,69$, $Q^2=0,52$
- Kuvio 3. Kennokohtaiset puristenesteen sähkönjohtokyvyt ryhmiteltyinä keskenään saman seossuhteen ruokohelpeä, matomultaa ja kananlantaa sisältäneisiin kennoihin
- Kuvio 4. Itävyyden riippuvuus kasvualustan puristenesteen johtokyvystä.
- Kuvio 5. Kuvio 5. Modde 7 -ohjelmistolla saatu malli kasvualustan puristenesteen johtokyvylle eri seossuhteilla. $R^2=0,73$, $Q^2=0,55$
- Kuvio 6. Salaattien keskimääräiset tuorepainot ryhmiteltyinä keskenään saman seossuhteen ruokohelpeä, matomultaa ja kananlantaa sisältäneisiin kennoihin
- Kuvio 7. Kuvio 7. Modde 7 -ohjelmistolla saatu malli jääsalaatin tuorepainon määrälle kasvualustan eri seossuhteilla. $R^2=0,56$, $Q^2=0,36$

1 Johdanto

Turpeen käyttö kohtaa laajaa vastustusta niin Suomessa kuin Euroopan unionin alueellakin. Euroopan unionin tavoite vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja edistää uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä vaikuttaa tulevaisuudessa todennäköisesti turpeen käyttöä rajoittavasti. Tällöin tarve turpeen korvaamiseksi sen käyttökohteissa tulee kasvamaan.

Turpeen yleisin käyttökohde maailmassa on erilaiset kasvualustat, kuten puutarhakasvien, kukkien ja taimien viljelyssä käytettävät kasvualustakennot ja kasvatuspedit. Turvetta käytetään maailmanlaajuisesti vuosittain noin 90 miljoonaa kuutiometriä, josta 40 milj. m³ käytetään kasvualustoissa. Euroopassa kasvualustoihin käytetään noin 18,5 milj. m³ turvetta vuosittain.

Lisääntyvä ympäristötietoisuus ja luonnonmukaisen tuotannon suosion kasvaminen lisää tarvetta ravinteiden säästeliäälle ja järkevälle käytölle. Euroopan alueella keskimäärin 40 % biojätteistä päätyy kaatopaikalle, jolloin hukataan arvokkaita ravinteita, aiheutetaan kasvihuonekaasupäästöjä ja kuormitetaan ympäristöä. Eräs keino hyödyntää tehokkaammin eloperäisiä jätteitä voisi olla matojen avulla tehostettu kompostointi.

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus tutkia puutarhaviljelyssä yleisesti kasvualustana käytetylle turpeelle vaihtoehtoista kasvualustamateriaalia. Tutkittava kasvualusta koostuu haketetusta ruokohelvestä, jota lannoitetaan lierojen tuottamalla matomullalla ja/tai kananlannalla. Tutkimuksen päätavoite on selvittää, pystyykö ruokohelpi toimimaan hyvänä kasvualustana kasvihuonekasveille. Lisäksi halutaan selvittää kananlannan ja matomullan toimivuutta kasvualustojen lannoitteena.

Tutkimusta varten järjestetään kasvatuskoe, jossa vertaillaan kaupallisessa turvekasvualustassa ja eri lannoitteilla ravituissa ruokohelpikasvualustoissa tapahtuvaa kasvien itämistä ja kasvua. Kasvatuskoe toteutetaan Viherkaste Oy:n kasvihuoneessa Liperin Ylämyllyllä. Työn toimeksiantajana toimii Kiteen Mato ja Multa Oy, ja työn ohjaaja on Karelia Ammattikorkeakoulun lehtori Eeva-Liisa Juvonen. Työn tarkastaja on lehtori Juha Kilpeläinen.

2 Yleistä puutarhataloudesta

2.1 Puutarhatuotanto Suomessa

Puutarhatuotannolla tarkoitetaan mm. vihannesten, marjojen, hedelmien, koristekasvien ja taimien tuotantoa avomaa- tai kasvihuoneviljelynä. Vuonna 2012 Suomessa oli 4034 puutarha-alan yritystä, joista 1417 yritystä harjoitti kasvi-huoneviljelyä ja 3150 harjoitti avomaaviljelyä. (Maataloustilastot 2013a.)

Kasvihuoneviljelyn yhteenlaskettu viljelypinta-ala Suomessa vuonna 2012 oli 401 hehtaaria. Kasvihuonevihanneksia tuotettiin kaikkiaan 76 miljoonaa kg, joista merkittävimmät olivat tomaatti 38 milj. kg ja kurkku 34 milj. kg. Ruukkuvihanneksia tuotettiin ennätysmäärä, yhteensä 87 miljoonaa ruukkua. Näistä ruukku-salaatteja oli 69 miljoonaa ruukkua. (Maataloustilastot 2013b.)

2.2 Turve kasvualustoissa

Kasvihuoneviljelyssä kasvien kasvatus tapahtuu erilaisilla kasvualustoilla. Kasvualustojen materiaaleina voivat toimia epäorgaaniset materiaalit, kuten kivivilla ja perliitti, tai orgaaniset materiaalit, kuten turve ja kookoskuitu (Kasvualusta, 2013). Edellä mainituista materiaaleista turve on selvästi yleisin kasvialustana käytetty materiaali maailmassa. Euroopassa jopa 90 prosenttia puutarhaviljelyssä käytetyistä kasvualustoista on turvepohjaisia. (Kasvuturve 2013).

Kasvialustakäyttö on turpeen yleisin käyttömuoto; maailmassa tuotetusta 90 miljoonasta turvekuutiometristä käytetään kasvialustoihin 40 milj. m³. Euroopan osuus kasvialustaturpeen käytöstä on noin 18,5 milj. m³. Suomessa kasvialustoihin käytetään vuodessa noin miljoona kuutiometriä turvetta, josta noin 150 000 kuutiometriä käytetään puutarhakasvien kasvihuonetuotannossa ja 850 000 kuutiometriä ulkokasvatuksessa kuten taimistoissa ja harrasteviljelyssä. (Iivonen 2008, 34).

3 Kasvualustat

3.1 Kasvualustoja koskeva lainsäädäntö

Kasvualustat määritellään Suomen lainsäädännössä lannoitevalmisteiksi, joiden valmistusta ja laatua ohjaa lannoitevalmistelaki 29.6.2005/539. Lailla pyritään varmistamaan, että käytettävät kasvualustat ovat tasalaatuisia, turvallisia ja käyttötarkoitukseensa sopivia. Kasvualustojen tulee täyttää myös niille lannoiteasetuksessa EY N:o 2003/2003 ja sivutuoteasetuksessa EY N:o 1069/2009 asetetut vaatimukset. Pyrkimyksenä on varmistaa, etteivät kasvualustat sisällä haitallisia tuotteita, aineita tai eliöitä, jotka voisivat olla vaaraksi ihmisten tai eläinten turvallisuudelle tai terveydelle. (Lannoitevalmistelaki 539/2006.)

Lannoitevalmisteille ja siten kasvualustoille on määritelty lannoitevalmistelaissa sallitut raja-arvot raskasmetalleille, taudinaiheuttajille sekä epäpuhtauksille, kuten rikkakasvinsiemenille, roskille, hukkakauran siemenille ja kasvinosille. Lisäksi kasvualustan tulee kuulua kansalliseen tyyppinimiluetteloon. (Asetus lannoitevalmisteista 1784/14/2011.)

Kasvualustasta tulee olla selvillä myös seuraavat ominaisuudet: pH, johtokyky, vesiliukoinen tyyppi, liukoinen fosfori, liukoinen kalium, kosteus, orgaaninen aines ja tilavuuspaino. Jokaiselle ominaisuudelle on standardoitu testinsä, joka tulee teettää lannoitevalmistelain hyväksymässä laboratoriossa. Suomessa analyysit voidaan teettää Evirassa tai muussa Eviran hyväksymässä laboratoriossa. (Kasvuturpeen ja turvepohjaisten kasvualustojen laatuohje 2010.)

3.2 Kasvualustojen fysikaaliset ominaisuudet

3.2.1 Kokonaistilavuus

Kasvien kasvuun vaikuttaa kaksi perustekijää: ilmasto ja kasvualusta. Kasvualustan tulee olla sellainen, että se turvaa kasville riittävän hapen-, veden- ja

ravinteidensaannin. Kasvin juuriston levittäytyessä sekä ottaessaan vettä ja ravinteita alustastaan kasvi joutuu tekemään tietyn työmäärän. Optimaalisen kasvun kannalta tämän työmäärän tulisi olla mahdollisimman pieni, eli ravinteiden ja veden tulisi olla kasvualustassa kasville helppokäyttöisessä muodossa. (Puustjärvi 1991, 80).

Kasvualustan kokonaistilavuus koostuu kiinteästä aineesta ja huokostilasta. Vain huokostila on kasville tehollista tilaa, kiinteää tilaa kasvi ei voi käyttää mitenkään hyväkseen. (Puustjärvi 1973, 39). Kasvualustamateriaalin yksi tärkeimmistä tehtävistä onkin alustan kokonaishuokostilavuuden jakaminen ilman ja veden kesken kasvin kannalta parhaalla mahdollisella tavalla mutta samalla mahdollisimman pientä ainemäärää käyttäen. (Puustjärvi 1991, 81.) Yleensä kasvihuoneviljelyyn tarkoitetuissa kasvualustoissa kokonaishuokostilavuus on yli 90 %, maatumattomassa rahkasammalturpeessa ja kivivillassa se voi olla yli 95 % (Kanniainen 1997, 123.) Suomalaisten tutkimusten mukaan turvekasvualustan optimaalinen ilmatila olisi 53–55 % ja vesitila olisi tällöin 41–43 %. (Kanniainen 1997, 126.)

3.2.2 Hiukkaskoko

Kasvualustat koostuvat pienistä rakennehiukkasista, mikä mahdollistaa juuristotilan jakautumisen ilman ja veden kesken. Kasvualustan rakenteeseen vaikuttaa ensisijaisesti siinä olevien hiukkasten koko ja muoto. Kasvin kannalta tärkeä ominaisuus ei niinkään ole alustan hiukkasten koko, vaan kasvualustassa hiukkasten väliin jäävä tila, huokostila. (Puustjärvi 1991, 85–86.) Pientä hiukkaskokoa seuraa kuitenkin usein pieni huokoskoko, sillä pienet hiukkaset sijoittuvat suurien hiukkasten väliin pienentäen näin huokoskokoa. Koska kasvi tarvitsee eri tarkoituksiin erikokoisia huokosia, on huokosjakauma erittäin merkittävä kasvualustan laatua kuvaava tekijä. (Puustjärvi 1991, 85–86, 115.)

3.2.3 Huokoskoko

Kasvualustan huokoskoko vaikuttaa merkittävästi alustan vesitalouteen. Vesi alkaa pidättyä huokosiin kapillaarisesti, kun huokosten läpimitta on alle 300 mikrometriä. Jos huokosten koko on puolestaan alle 0,2 mikrometriä, eivät kasvit voi ottaa niihin varastoitunutta vettä käyttöönsä. Optimaalinen huokoskoko olisi kasvihuoneviljelyssä 30 mikrometriä, mutta riittävän ilmatilan varmistamiseksi kasvualustassa tulisi olla myös suurempia huokosia 300 mikrometrin kokoluokkaan asti. (Puustjärvi 1991, 85–86.)

Kasvualustan optimaalinen rakenne määräytyy sen mukaan, kuinka usein alustaa kastellaan. Useammin kasteltaessa voidaan sallia suurempi huokoskoko, joka puolestaan mahdollistaa juuristolle riittävän ilmanvaihdon ja happimäärän. Harvemmin kasteltaessa vaaditaan alustalta suurempaa vedenpidätyskykyä, jolloin suuren osan huokosista tulisi olla alle 60 mikrometriä. (Puustjärvi 1991, 87–88.)

Kasvualustan rakenteen tulee olla myös kestävä, eli se ei saa painua kasaan kasvukauden aikana. Kasaan painuessaan kasvualustassa olevien suurten huokosten osuus huokostilasta vähenee ja aiheuttaa tällöin kasville hapenpuutetta. (Kanniainen 1997, 123.)

3.3 Kasvualustojen kemialliset ominaisuudet

3.3.1 pH

Vesiliuoksen happamuus määräytyy oksoniumionien (H_3O^+) määrän mukaan. Kasvualustan pH:n tulisi olla välillä 5,5–6,5 eli lievästi hapan. Tällöin monet kasvin kannalta hyödylliset ravinteet ovat liukoisimmillaan. Korkeammassa pH:ssa ravinteet muuttuvat vaikealiukoisempaan muotoon, eivätkä ole tällöin kasvin käytettävissä. Korkea pH voi aiheuttaa etenkin hivenravinteiden puutetta, sillä niiden liukoiset pitoisuudet kasvualustassa ovat vähäiset. Liian matala pH voi puolestaan aiheuttaa kasveille myrkytysoireita, sillä jotkin kasville haitalliset

alkuaineet liukenevat helpommin matalan pH:n alueella. Hyviä esimerkkejä tällaisista alkuaineista ovat alumiini, rauta ja mangaani. (Kanniainen 1997, 138.)

3.3.2 Johtokyky

Kasvualustavedessä olevien ionimuotoisten ravinteiden määrä voidaan saada selville mittaamalla kasvualustan veden sähkönjohtavuus. Sähkönjohtokyvyn yksikkönä käytetään yleensä mS/cm (millisiemensia/senttimetri) tai dS/m (desisiemensia/metri). Sähkönjohtokyky ei kerro sitä, mitä ravinteita liuoksessa on tai kuinka paljon kasvualustan kationinvaihtopinnoilla on varastoituneita ravinteita. (Kanniainen 1997, 147.) Johtokykyyn vaikuttaa ensisijaisesti kasvualustaveden nitraatti- ja kaliumpitoisuudet (Puustjärvi 1973, 125).

Kasvualustan johtokyvyllä on suuri vaikutus kasvien kasvuun. Yleensä liian pieni johtokyky tarkoittaa kasviravinteiden puutetta kasvualustassa, kun taas suuri johtokyky tarkoittaa liian väkevää maanestettä kasvualustassa. Tämä puolestaan vaikeuttaa kasvien vedensaintia ja siten haihduttamista ja ravinteiden kulua kasvissa. (Kanniainen 1997, 147.) Kasvualustassa tulisi olla suhteessa paljon kasville hyödyllisiä ravinteita verrattuna kasville tarpeettomiin liukoisiin alkuaineisiin. Tarpeettomat alkuaineet voivat lisätä alustan suolapitoisuutta ja siten haitata kasvin vedenottoa. (Kanniainen 1997, 123–124.) Kasvualustan johtokyky riippuu suuresti kasvualustan kosteudesta. Kuivan kasvualustan johtokyky on yleensä korkea ja toisaalta kostean kasvualustan johtokyky matala. (Kanniainen 1997, 147.)

Turveviljelyssä ravinneliuosten sähkönjohtokyvyn tavoitearvo on Puustjärven (1991, 260) mukaan yleensä hieman alle 2,0 mS/cm kun turvekasvualustan puristenesteen sähkönjohtokyvyn ohjearvo on 1,5–1,7 mS/cm. Turvekasvualustan puristenesteen pienempi optimiarvo johtuu turpeen hyvästä ravinteiden puskurointikyvystä. Kekkilän antama tavoitearvo ravinneliuoksen johtokyvylle ruukku-salaatin taimikasvatuksessa on 1,8–2,0. Ravinneliuoskasvatuksessa ohjearvo vaihtelee vuodenajasta riippuen välillä 1,6–2,0. (Kekkilä 2013.) Kivivillalle puris-

tenesteen ohjearvot vaihtelevat esimerkiksi kurkunviljelyssä välillä 1,8–3,5 (Kanniainen 1997, 150).

3.3.3 Aktiivisuus/inaktiivisuus

Kasvualustat voidaan luokitella aktiivisiin ja inaktiivisiin kasvualustoihin sen perusteella, kuinka hyvin ne voivat pidättää ja luovuttaa ravinteita. Aktiivisia eli hyvin ravinteita pidättäviä kasvualustoja ovat esimerkiksi kaikki eloperäiset aineet kuten turve, humus ja puunkuori, kun taas inaktiivisia eli huonosti ravinteita pidättäviä ovat mm. kivivilla, hiekka ja perliitti. (Puustjärvi 1991, 94.)

Kasvualustan aktiivisuus/inaktiivisuus määrää sen, kuinka usein kasvualustat lannoitetaan. Aktiiviset kasvualustat voidaan lannoittaa etukäteen, mutta inaktiivisten kasvualustojen lannoituksen tulee tapahtua kastelun yhteydessä. (Kanniainen 1997, 121.) Aktiivisiin kasvualustoihin pidätyvät ravinteet ovat tasapainossa kasvualustaveden ravinteiden kanssa. Juuriston ottaessa kasvualustavedestä ravinteita korvautuvat ne alustaan pidätyneillä ravinteilla. Ongelmana on kuitenkin se, pystyvätkö alustasta vapautuvat ravinteet pitämään yllä kasvin kannalta riittävää ravinnemäärää kasvualustavedessä. (Puustjärvi 1991, 94.)

3.4 Erilaisia kasvualustoja

3.4.1 Turve

Turve on suokasvien hajoamisen seurauksena syntynyttä eloperäistä maata. Turpeet jaotellaan edelleen vaaleisiin, vähän maatuneisiin ja tummiin, maatu-neisiin turpeisiin. (Kanniainen 1997, 125.) Yleisin maatuneisuusasteen määrittämisessä käytetty menetelmä on von Postin asteikko. Maatumisaste eli H arvo ilmoitetaan välillä H1–H10. H1 tarkoittaa täysin maatumatonta turvetta ja H10 täysin maatunutta turvetta. (Puustjärvi 1973, 23.)

Suomessa kasvualustoissa käytetään turpeista eniten rahkasammalturpeita. Yleisempiä käytössä ovat vaaleat rahkasammalturpeet niiden hyvän ravinteiden- ja vedenpidätyskyvyn vuoksi. Hyvä vedenpidätyskyky johtuu rahkasammalien hyvin vettä pidättävistä rahkasoluista. (Kanniainen 1997, 125.) Turpeen etu kasvihuoneviljelyssä on myös se, ettei siinä yleensä ole kasvien viljelyssä haitallisia rikkakasvien siemeniä tai tuholaisia. Nykyisenkaltainen automatisoitu puutarhatuotanto asettaa kasvualustamateriaalille myös tiukat tasalaatuisuusvaatimukset, joihin turve soveltuu hyvin. (Turve puutarhataloudessa 2013.)

Luonnossa rahkasammalet ovat melko vähäravinteisia ja happamia, niiden pH on noin 4. Tästä syystä rahkasammalissa on vähän mikrobitoimintaa ja siten se säilyy pitkään muuttumattomana. Rahkasammalien hajoaminen käynnistyy vasta kalkituksen ja lannoituksen yhteydessä. (Kanniainen 1997, 125.) Kalkituksen ensisijainen tarkoitus on kasvualustan pH:n nostaminen halutulle tasolle, toissijainen tavoite on kalsium- ja magnesiumlannoitus (Puustjärvi 1991, 201).

Turpeen yleisin ongelma on siinä olevien suurten huokosten suhteellisen pieni määrä ja toisaalta alle 1 mm huokosten suuri määrä. (Kanniainen 1997, 126.) Syynä tähän on turpeessa olevien alle 1 mm:n hiukkasten liian suuri määrä. Tämä aiheuttaa liiallisen kastelun riskin ja siten kasveille mahdollisesti aiheutuvan hapenpuutteen. Ilmatilan jäädessä liian alhaiseksi muuttuu kasvin kaasunvaihdunta liian hitaaksi. Pienten hiukkasten suuri määrä rajoittaa erityisesti maatuneiden turpeiden käyttöä, mutta sama ongelma on myös vähän maatu-neilla turpeilla. Kasveille aiheutuvan hapenpuutteen välttämiseksi tulee kastelun olla ensimmäisinä viikkoina erityisen varovaista, kunnes kasvin juuristo on alkanut kuohkeuttanut kasvualustaa. (Puustjärvi 1991, 115.)

Suomessa kasvialustaturpeen käyttömäärä on livosen (2008, 34) mukaan vähentynyt viime vuosina, johtuen irtoturpeesta tehtyjen turvepetien korvautumisella rajoitetuilla kasvualustoilla, kuten taimikenoilla, -ruukuilla ja -säkeillä. Muutosta on kuitenkin tasoittanut ympärivuotisen kasvihuoneviljelyn lisääntyminen ja siten kasvialustojen käytön lisääntyminen.

Schmilewskin (2008, 1) mukaan yleinen tavoite löytää turpeelle vaihtoehtoinen kasvualustamateriaali on ajanut niiden tutkimusta eteenpäin viime vuosina. Turpeelle vaihtoehtoisten kasvualustamateriaalien tutkimiseen ja kehittämiseen käytetään nykyään enemmän rahaa kuin turvekasvualustojen tutkimukseen. Turpeen kuitenkin todetaan olevan tällä hetkellä lähes korvaamaton materiaali korkealaatuisiin kasvualustoihin. Esimerkiksi omat turvevaransa loppuun käyttänyt Hollanti on turvautunut lähes täysin pääasiassa Baltian maista tuodun kasvuturpeen varaan. (Schmilewski 2008, 7.)

Iso-Britannian suhtautuminen kasvuturpeen käyttöön on Euroopan jyrkin. Maan hallitus pyrkii lopettamaan kasvuturpeen käytön harrastepuutarhoilla vuoteen 2020 mennessä ja ammattipuutarhoilla vuoteen 2030 mennessä turvetuotannon aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen ja ympäristövaikutusten vuoksi. Vuonna 2010 Iso-Britanniassa käytettiin n. 3 milj. m³ kasvuturvetta. Tällä hetkellä turpeen ohella kasvualustoissa käytetään erilaisia komposteja, puukuituja ja kookoskuitua. (The garden 2013.)

3.4.2 Kivivilla

Kivivilla on pääosin kalkkikivestä ja diabaasikivestä kuumentamalla aikaansaatu ohuista kuiduista koostuva materiaali. Kivivillasta muotoillaan kasvualustakäyttöä varten levyjä, joiden korkeus on yleensä 7,5 cm. Kivivillan ominaisuuksia ovat korkea kokonaishuokostilavuus, noin 97 %, ja korkea vedenpidätyskyky. Lisäksi lähes kaikki kivivillan sitomasta vedestä on kasveille käyttökelpoista. (Kanniainen 1997, 128.)

Inaktiivisena kasvualustana kivivillakasvualustaa täytyy lannoittaa ravinneliuoksella jopa 1–1,5 tunnin välein. Inaktiivisia kasvualustoja ylikastellaan n. 10–25 %, jotta kasveille tarpeettomat alkuaineet eivät pääsisi kertymään kasvualustaan ja toisaalta jotta kasvualustan ravinnetasapaino saataisiin pidettyä optimaalisena. Samalla kasvualustasta kuitenkin huuhtoutuu myös kasville käyttökelpoisia ravinteita. (Kanniainen 1997, 128.)

Vuosina 2001–2002 tehdyn kyselytutkimuksen mukaan 53–54 % kurkun ja tomaatin viljelyalasta oli kivivillaa (Kasvihuonetuotanto ja ympäristö 2002). Tomaatin ja kurkun viljelyssä kivivilla onkin turvetta yleisemmin käytetty kasvualusta. Turpeen osuus kasvualustoista oli vuonna 2005 tomaatilla 45 % ja kurkulla 35 %. (Iivonen 2008, 35.)

Kivivilla -alustat soveltuvat joko yksivuotiseen tai monivuotiseen viljelyyn. Suositusten mukaan kivivilla -alusta tulisi vaihtaa kurkuilla vuoden välein ja tomaateilla 1–2 vuoden välein. Syynä vaihtoväliin on lähinnä kasvitautivaara, rakenteeltaan kivivilla kestäisi pidempäänkin. Suomessa käytetyt kivivillakasvualustat päätyvät usein kaatopaikalle. Esimerkiksi Hollannissa vanhat kivivilla -alustat kierrätetään valmistamalla niistä yhdessä sementin kanssa esimerkiksi ulkokiivetyksiin käytettäviä tiilejä. (Kanniainen 1997, 129.)

3.4.3 Muut kasvualustat

Muita kasvualustamateriaaleja voivat olla esimerkiksi lasimaisesta kiviaineksesta valmistettu perliitti, savesta valmistettu kevytsora, silikaattimineraaleihin kuuluva vermikuliitti tai lasivilla. Keski-Euroopassa käytetään myös esimerkiksi puukuitua, kookoskuitua tai kompostituotteita kasvualustoissa. Lisäksi kasvualustoja voidaan sekoittaa, kuten esimerkiksi tehdään lisättäessä turpeen sekaan perliittiä lisäämään kasvualustan ilmapuutta. (Kanniainen 1997, 130–132.)

Vesiviljely on erityisesti salaatin viljelyssä käytetty menetelmä. Menetelmässä kasvia ja sen juuristoa kasvatetaan ensin esimerkiksi turvepaakussa, jonka jälkeen paakkutaimi siirretään viljelykouruun. Kourun pohjalla valutetaan ravinneliuosta, josta kasvi ottaa tarvitsemansa ravinteet ja veden. Salaatilla tätä menetelmää nimitetään NFT -tekniikaksi (Nutrient Film Technique). (Kanniainen 1997, 132.)

4 Jääsalaatin kasvatusta

4.1 Kasviravinteet ja lannoitus

4.1.1 Pää- ja hivenravinteet

Kasvi tarvitsee kasvaakseen sokereita ja kivennäisaineita. Sokereita kasvi muodostaa hiilestä, hapestä ja vedystä fotosynteesin avulla. Kivennäisaineet kasvi ottaa juuristonsa avulla kasvualustastaan. Kasville välttämättömiä kivennäisaineita kutsutaan ravinteiksi. Ne voidaan jakaa pää- ja hivenravinteisiin. Pääravinteita ovat typpi, fosfori, kalium, rikki, kalsium ja magnesium. Hivenravinteita ovat puolestaan mangaani, rauta, sinkki, kupari, kloori, boori ja molybdeeni. (Puustjärvi 1991, 149.)

4.1.2 Kasvin ravinteidenotto

Kasvi pystyy ottamaan käyttöönsä ainoastaan veteen liuenneita ravinteita (Puustjärvi 1991, 150). Metalliluonteiset ravinteet kasvi ottaa käyttöönsä positiivisesti varautuneina ioneina eli kationeina. Epämetalliset ravinteet kasvi ottaa puolestaan muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta negatiivisesti varautuneina ioneina eli anioneina. Typen kasvit voivat ottaa joko negatiivisena nitraatti-anionina (NO_3^-) tai positiivisesti varautuneena ammonium-kationina (NH_4^+). Kasvi voi ottaa myös kelaattimuotoisia eli varauksettomia ravinteita juurillaan ja lehtien kautta. (Kanniainen 1997, 141–142.)

Kasvin ravinteidenotto tapahtuu joko massavirtauksena tai diffuusion avulla. Kasvit ottavat useimpia ravinteita molemmilla tavoilla, mutta tietyt ravinteet kasvi ottaa tyypillisesti vain toisella tavalla. Massavirtauksella tarkoitetaan ravinteidenottoa, joka tapahtuu juuriston ottaessa vettä kasvin haihduttaman veden tilalle. Tyypillinen massavirtauksella otettava kasviravinne on kalsium. (Kanniainen 1997, 142.)

Diffuusio on puolestaan ravinteiden kulkeutumista kasviin johtuen kasvin ja maanesteen välisestä pitoisuuserosta. Kasvin ravinnepitoisuuden ollessa maanestettä alhaisempi, kulkeutuu ravinteita kasviin kohti laimeampaa pitoisuutta. Diffuusio ei vaadi kasvilta vedenottoa, vaan sen, että kasvi käyttää ravinteita jolloin pitoisuuserot syntyvät. Tyypillisiä kasvin diffuusiolla ottamia ravinteita ovat hivenravinteet ja fosfori. (Kanniainen 1997, 142.)

4.1.3 Ravinnemäärät kasvualustassa

Kasvin kannalta kasvualustan vedessä ei saa olla liiallisesti ravinteita, sillä ravinteet lisäävät veden suolapitoisuutta ja siten hidastavat kasvin vedenottoa. Kasvin optimaalisen vedenoton kannalta veden ravinnepitoisuus tulisi olla niin matala, että se riittäisi tyydyttämään vain lyhyen aikavälin ravinnetarpeen. Ongelma voidaan ratkaista kasvihuoneviljelyssä antamalla kasville ravinteita usein pieninä annoksina. (Puustjärvi 1991, 150.)

Aktiiviset kasvualustat, kuten humus ja turve, voivat sitoa itseensä ravinteita alentamatta samalla alustaveden osmoottista potentiaalia. Kasvin ottaessa ravinteita alustavedestä, vapautuu alustaan sitoutuneita ravinteita puolestaan alustaveteen ja siten kasveille käytettäväksi. (Puustjärvi 1991, 151.)

4.1.4 Lannoitus

Kasvihuoneviljelyssä käytettävien kasvualustojen luontaiset ravinnevarat ovat hyvin niukat, joten pääasiassa kasvin tarvitsemat ravinteet tulee antaa lannoittamalla (Puustjärvi 1991, 191). Aktiivisille kasvualustoille lannoitus voidaan tehdä peruslannoituksena, jolloin kasvualustaan sijoitetut ravinteet pidättyvät kasvualustan pinnoille. Tällöin kasvualusta toimii ravinnepuskurina kasvukauden aikana. Lannoitusta täydennetään nykyään usein hoitolannoituksella, jolloin lisäravinteet annetaan kasteluveden mukana. (Kanniainen 1997, 144.)

Inaktiiviset kasvualustat eivät voi sitoa ravinteita, joten niitä on siten lannoitettava ja kasteltava usein. Kasville pyritään antamaan kullakin lannoituskerralla juuri se määrä ravinteita, jonka se kulloinkin tarvitsee. Inaktiivisille kasvualustoille ei tehdä peruslannoitusta, vaan lannoitteita annetaan tasaisesti ensimmäisestä kastelusta lähtien. (Kanniainen 1997, 144.)

Yleensä kasvihuonelannoituksessa annetaan yhtä moniravinnelannoitetta, jonka lisäksi annetaan vielä typpipitoista lannoitetta täydennyslannoitteena. Lannoittaminen tehdään yleensä valmistamalla ensin ns. emoliuos sekoittamalla nestemäisiä täydennyslannoitteita veteen. Tätä emoliuosta annostellaan puolestaan kasteluveteen tarvittava määrä. (Kanniainen 1997, 145.)

4.2 Kylvä

Jääsalaatin pienet ja hankalan muotoiset siemenet päällystetään usein savella tai maasälvällä. Tällä tavoin pilleröidyt siemenet on helppo kylvää. Kylvösyvyys on kasvilajikohtainen ja riippuu siemenen koosta. Usein sopiva kylvösyvyys on kaksi kertaa siemenen suurin halkaisija. Pienet siemenet kylvetään kasvualustan pintaan. (Koivunen 1997, 90–91.) Jääsalaatin siemenet voidaan kylvää joko turpeella täytettyihin kasvatusruukkuihin tai kivivillapaakkuun. Kylvömäärä on yleensä 3–5 siementä/ruukku, jotka harvennetaan myöhemmin siten, että kasvamaan jää 2–3 tainta. (Voipio 2001, 174.)

4.3 Siemenen itäminen

Emokasvista irrotessaan kasvin siemen on yleensä kuiva sisältäen vai alkion ja vararavintoa. Itäminen alkaa, kun siemenen sisään pääsee vettä kosteaan kasvualustaan kylvettäessä. Itäminen edellyttää myös sopivaa lämpötilaa sekä happea. (Koivunen 1997, 92–93.) Jääsalaatille sopivin itämisympäristö on pimeä tila, jonka lämpötila on 15–20 celsiusastetta (Voipio 2001, 174).

4.4 Mahdolliset ongelmat itämisessä ja kasvussa

Itämisessä voi ilmentua erinäisiä ongelmia. Esimerkiksi liian kuiva kasvualusta aiheuttaa hidasta itämistä ja epätasaista taimettumista. Liian kostea kasvualusta puolestaan aiheuttaa hengittäville siemenille hapenpuutetta. Liian suuri lannoitemäärä kasvualustassa aiheuttaa kasvualustan veden väkevoitymistä. Tästä seuraa, ettei kasvi saa otettua maasta vettä ja kasvin haihdunta vähenee. Haihdunnan vähetessä ravinteiden liikkuminen kasviin häiriintyy. (Koivunen 1997, 95, 154). Ongelmia itämisessä voivat aiheuttaa Koivusen (1997, 95) mukaan esimerkiksi seuraavat tekijät:

- Väärä kylvösyvyys
- Siemenen peittäminen tai peittämättä jättäminen
- Liian kuiva tai kostea kasvualusta
- Liian epätasainen kasvualusta
- Liian voimakkaasti lannoitettu kasvualusta
- Kasvualustassa olevat kasvitaudit

4.5 Jääsalaatin kasvatusvaiheet ja laatuvaatimukset

Aluksi lehtisalaatteja kuten jääsalaatteja kasvatetaan esimerkiksi turveruukuisissa, kunnes ne parin lehden asteella siirretään ruukkuineen kasvamaan juoksevaan ravintoliuokseen kasvatuskouruihin. Kasvihuoneen lämpötila säädetään 14–18 celsiusasteeseen, riippuen valon määrästä. Jääsalaatin kasvu korjuukypsäksi kestää talvikuukausina noin 1,5 kuukautta, keväällä ja kesällä kasvuaika on noin 1 kuukausi. (Voipio 2001, 174.) Myytäväksi kelpaavan jääsalaatin vähimmäispaino on 100 grammaa ja -korkeus 130–180 mm. Lehdenreunapoltetta sallitaan vähissä määrin mutta pitkälle kehittynyttä ns. ”sisämustaa” ei sallita lainkaan. (Kauppapuutarhaliitto ry 2010.)

5 Ruokohelpi

5.1 Ruokohelpi kasvina

Ruokohelpi (*Phalaris arundinacea*) on täysimittaisena 1,5–2 metrin korkuinen monivuotinen heinäkasvi. Pääasiassa energiakasvina tunnettua ruokohelpeä tavataan luonnonvaraisena Lapissa saakka. Kasvin luontaisia kasvupaikkoja ovat ojat, tienpientareet ja järvien ja vesistöjen rannat. Ruokohelpeä voidaan kasvattaa kaikilla maalajeilla, mutta parhaiten se soveltuu turve- ja multamaille. Esimerkiksi entiset turvetuotantoalueet näyttävät saatujen koetulosten perusteella soveltuvan ruokohelven viljelyyn. (Pahkala, Isolahti, Partala, Suokannas, Kirkkari, Peltonen, Sahramaa, Lindh, Paappanen, Kallio & Flyktman 2005, 5–7.)

5.2 Ruokohelpikasvuston ominaisuudet

Toukokuussa korjuukypsän sadon (7 tn/hehtaari) maanpäällisen osan ravinnemäärän on arvioitu olevan 70 kg typpeä/hehtaari, 6 kg fosforia/hehtaari ja 12 kg kaliumia/hehtaari. Kevätkorjuun etuna on myös kasvuston korkea kuiva-ainepitoisuus, joka voi olla jopa 90 %. (Pahkala ym. 2005, 10–14.) Silputun ruokohelpimassan irtotiheys on 60–80 kg/irto-m³ ja tuhkapitoisuus 5,5 % (Flyktman & Paappanen 2005, 9). Ruokohelpi sisältää Paavilaisen (1997) mukaan selluloosaa 34 %, hemiselluloosaa 22 % ja ligniiniä 14 % kuiva-aineesta.

5.3 Ruokohelven viljely

Ruokohelpi tuottaa kasvaessaan runsaasti biomassaa. MTT:n tutkimuksien mukaan sen kuiva-ainesato on 6–8 tonnia/vuosi toisesta satovuodesta lähtien. Energiatarkoitukseen kasvatettava ruokohelpi on korjuukypsää kahden vuoden kuluttua kylvöstä, ja se tuottaa hyvin satoa seuraavat 10–12 vuotta. Ruokohelpisato korjataan yleensä keväällä, jolloin kasvin ravinteet ovat vielä juuristossa säilössä seuraavaa kasvukautta varten. (Pahkala ym. 2005, 7–10.)

Ruokohelpi kilpailee tehokkaasti rikkaruohojen kanssa. Ruokohelven kasvuunlähtö on hidasta, jolloin rikkakasvien torjunta voi olla tarpeen, mutta tulevana vuosina rikkakasvien torjuntaa ei kuitenkaan yleensä tarvita. Ruokohelpi pyrittään korjaamaan mahdollisimman lyhyeen sänkeen, n. 5 senttimetriin, sen talven aikana tapahtuvan lakoamisen takia. MTT:n tutkimuksissa havaittiin 25 %:n satomenetys, kun leikkuukorkeus nostettiin 10 senttimetriin. (Pahkala ym. 2005, 9–14.)

Ruokohelpeä viljellään Suomessa lähinnä biopolttoaineeksi ja energiantuotantoon. Pohjois-Amerikassa sitä viljellään myös rehukäyttöön, mutta Suomessa rehukäyttö on vähäistä. (Isolahti, M., Lamminen, P., Huuskonen, A. 2006, 1.) Viimeisen kymmenen vuoden aikana aluksi voimakkaasti lisääntynyt ruokohelven viljelyala on ollut viime vuosien aikana laskussa. Enimmillään ruokohelven viljelyala oli vuonna 2007, n. 19 000 hehtaaria. (Erikoiskasvien viljelyalat vuosina 2001–2010.) Vuonna 2011 ruokohelpeä viljeltiin 14 900 hehtaarilla ja vuonna 2012 enää 10 400 hehtaarilla (Maataloustilastot 2013c).

6 Matokompostointi

6.1 Matokompostoinnin periaate

Matokompostointi perustuu matojen kykyyn nopeuttaa huomattavasti eloperäisen aineen hajotusta tavalliseen kompostointiin nähden. Lierot nopeuttavat eloperäisen materiaalin hajottamista sekoittamalla ja pilkkomalla sitä ja siten kiihdyttämällä hajottajamikrobien toimintaa. (Sirviö 2004, 52.) Mato syö päivässä joidenkin arvioiden mukaan jopa yli oman painonsa verran ravintoa. Elintoimintoihinsa se käyttää 7–10 % syömästään ruoasta ja jäljellejäävä osa on mato multa. (Karmakar, Brahmachari, Gangopadhyay & Choudhury 2011, 3). Pääasiassa lierot hyödyntävät nielemästään materiaalista mikrobistoa ja sitäkin valikoiden (Sirviö 2004, 54).

Yleisin matokompostoinnissa käytetty lierolaji on 5–8 senttimetrin mittaiseksi kasvava tunkioliero (*Eisenia Fetida*). Se on raitainen, nivelten väleistään vaalea ja takapäästään keltainen mato. Tunkioliero viihtyy parhaiten 20–25 celsiusasteen lämpötilassa ja yli 30 asteen lämpötila on niille tappava. Matokomposti eroaakin perinteisestä kompostista juuri tavoitellun lämpötilan osalta, joka on perinteisessä kompostoinnissa huomattavasti korkeampi. Muita madon kasvu paikalleen asettamia edellytyksiä ovat riittävä happi- ja kosteuspitoisuus. Sopi vin vesipitoisuus on 70–85 %. Lisäksi matojen elinympäristön tulee olla pimeä, sillä ne ovat erittäin herkkiä ultraviolettisäteilylle. (Koski, 1995, 15–17.)

6.2 Matomulta

Lierot nopeuttavat toiminnallaan ravinteiden vapautumista eloperäisestä aineksesta. Matojen ulosteissa on tutkimusten mukaan korkeampia liukoisten ravinteiden määriä kuin ulosteita ympäröivässä maassa. Erityisesti lierot lisäävät toiminnallaan kivennäistyneen ammonium- ja nitraattityypen pitoisuuksia maassa, mutta myös liukoisen fosforin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin määriä. (Sirviö 2004, 53–54.)

Madon vaikuttavat positiivisesti myös kasveille haitallisten ja hyödyllisten mikrobien suhteeseen elinympäristössään. Lierot voivat sulattaa yleensä kaiken niemänsä sienirihmaston ja siten nostavat seoksen bakteeri/sieni -suhdetta. Matojen on todettu myös levittävän ainakin luonnossa kasvien kasvun kannalta edullista AM -sieni-itiötä. (Sirviö 2004, 54.) Tutkimuksissa matomullan käytöllä kasvualustassa on todettu olevan kasvitauteja vähentävä vaikutus. Tämän uskotaan perustuvan matomullan suureen pieneliöiden määrään, mikä edesauttaa hävittämään kasveille haitalliset taudinaiheuttajat. (Munroe 2007, 31.)

6.3 Esimerkkejä kaupallisesta matokompostoinnista

Matokompostointia on tutkittu myös Suomessa usean vuosikymmenen ajan, mutta suuremmassa mittakaavassa sitä ei vielä sovelleta. (Moring 2012, 41.) Sen sijaan esimerkiksi Yhdysvalloissa matokompostointia on harjoitettu pienessä mittakaavassa jo 1940 -luvulta lähtien. Luonnonmukaisen viljelyn kasvanut suosio yhdysvalloissa on lisännyt myös luonnonmukaisten lannoitteiden kysyntää. (Vermicomposting in the U.S. 2013.)

Erityisesti Kaliforniassa on useita toimijoita, jotka kompostoivat matojen avulla karjanlantaa ja myyvät sen eteenpäin luonnonmukaisena lannoitteena. Esimerkiksi Jack Chambers myy vuosittain noin 150 kuutiometriä matokompostoitua karjanlantaa ja matokompostin ”puristenestettä” lannoitteeksi. Oregon Soil Corporation -yritys puolestaan kompostoi elintarviketeollisuuden hedelmä- ja vihannesjätteitä Portlandissa, Oregonissa. (Vermicomposting in the U.S. 2013.)

Granvillessa, Pennsylvaniassa WeCare Organics -niminen yritys puolestaan kompostoi jätevesilaitoksen kiintoaineita matojen avulla. Yrityksen puhdistamo on tällä hetkellä Yhdysvaltojen ainoa matokompostoinnilla toimiva tiukimmat A-luokan laatuvaatimukset täyttävä jätevesilaitos. Samankaltaisia pilottihankkeita suunnitellaan kuitenkin eri puolelle USA:ta. (Vermiculture gains momentum 2010).

7 Aikaisemmat tutkimukset

Ruokohelpihakkeen käyttöä kasvualustoissa ei tiettävästi ole aikaisemmin tutkittu. Ainoat tiedossa olevat kokemukset ruokohelven soveltumisesta kasvualustakäyttöön ovat Kiteen Mato ja Multa Oy:n tekemistä alustavista kasvatustutkimuksista.

Matomullan ja kananlannan soveltumista kasvualustojen lannoitteeksi ja maanparannusaineeksi on sen sijaan tutkittu. Matomullan lisäyksellä kasvualustaan on todettu useissa tutkimuksissa olevan positiivinen vaikutus kasvien kasvuun, vaikka tutkittavalle kasville on annettu ennestään riittävä ravinnemäärä. Matomullan on todettu parantavan siementen itämistä, taimien kasvua ja myös sadontuottoa. Tutkimusten mukaan paras kasvu saavutetaan, kun matokompostia on 10–40 % kasvualustasta. Yli 40 %:n osuus on puolestaan jopa haitallinen kasvien kasvuun. (Munroe 2007, 30–31.)

Eräässä Ohion yliopiston tutkimuksessa tutkittiin matokompostoidun sianlannan ja matokompostoitujen kasvintähteiden käytön vaikutusta kehäkukkien ja tomaatin itämiseen ja kasvuun. Kokeessa tutkittiin myös tavallisesti kompostoitujen jätevesien kiintoaineiden ja lehtikompostin vaikutusta em. kasvien kasvuun. Tuloksia verrattiin kaupalliseen, lannoitettuun kasvualustaan, joka koostui vermikuliitista, turpeesta, hiekasta ja tuhkasta. Eri komposteja tutkittiin korvaamalla sillä 10 tai 20 prosenttia kaupallisen kasvualustan materiaalista. (Atiyeh, Subler, Edwards, Bachman, Metzger & Shuster 2000, 582.)

Saatujen tulosten mukaan erityisesti tavallisesti kompostoidut jätevesien kiintoaineet ja matokompostoitu sianlanta lisäsivät tutkittujen kasvien kasvua. Kasvien kasvun todettiin parantuvan siitä huolimatta, että kasvualustassa oli riittävästi ravinteita ilman kompostilisäystä. Tutkimuksessa korostettiin kompostoidun materiaalin ja kompostointitavan vaikuttavan merkittävästi siihen, kuinka kompostin lisäys kasvualustaan vaikuttaa kasvien kasvuun. (Atiyeh ym. 2000, 587.)

Syynä voivat olla erot tavallisesti kompostoidun ja matokompostoidun materiaalin typen muodoissa. Tavallinen komposti sisältää yleensä enemmän ammoniumtyppeä, kun taas matokomposti sisältää enemmän kasveille heti käyttökel-poista nitraattityppeä. Kasvintähteistä valmistetun matokompostin ja tavallisten kompostien korkean pH:n (6,8–8,1) arveltiin voivan olla syynä tutkittujen kasvien huonompaan kasvuun matokompostoituu sianlantaan (pH 5,3) verrattuna. (Atiyeh ym. 2000, 588.)

Kokeessa tutkittiin myös em. kompostien käytön vaikutusta vadelman kasvuun. Eri komposteja tutkittiin lisäämällä niitä 20 % valmiiksi lannoitettuun kaupalliseen kasvualustaan. Lisäksi tutkittiin, kuinka 1 %:n ja 5 %:n lisäys kompostoitua kananlantaa vaikuttaa vadelman kasvuun. Kokeessa havaittiin ainoastaan kompostoidun sianlannan parantavan hieman vadelman kasvua, muiden kompostien huonontavaksi sitä. 1 %:n kananlantalisyksen todettiin huonontavan vadelman kasvua hieman ja 5 %:n lisäyksen polttavan kasvien juuret. Syynä oli todennäköisesti kananlannan suuri ammoniumtypen määrä. (Atiyeh ym. 2000, 588.)

8 Tutkimuksen tavoitteet ja aiheen raja

Tämä tutkimus on ruokohelven, matomullan ja kananlannan kasvualustakäyttöä kartoittava esitutkimus. Kokeen avulla pyritään löytämään oikeita toimintatapoja ruokohelvestä valmistetun kasvualustan käyttöön. Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää ruokohelpihakkeesta valmistetun kasvualustan toimivuutta jääsalaatin kasvihuoneviljelyssä. Lisäksi halutaan selvittää matomullan ja kananlannan toimivuutta ruokohelpikasvualustojen lannoitteena. Tutkimusongelmat ovat seuraavanlaiset:

1. Kuinka jääsalaatti itää käytettäessä kasvualustoissa eri seossuhteita ruokohelpeä, matomultaa ja kananlantaa?
2. Kuinka jääsalaatin tuorepaino muuttuu käytettäessä kasvualustassa eri seossuhteita ruokohelpeä, matomultaa ja kananlantaa?

9 Tutkimusmenetelmät

9.1 Koeasetelma

Ruokohelpihakkeesta valmistetun kasvualustan soveltumista jääsalaatin tuotantoon selvitettiin kasvatuskokeen avulla. Kasvatuskoe järjestettiin Viherkaste Oy:n kasvihuoneessa Liperin Ylämyllyllä. Koekasvatukseen valittiin Frillice - jääsalaatti, joka on yksi Viherkaste Oy:n viljelemä salaattilajike. Kokeessa jääsalaattia kasvatettiin yhteensä 15 ruokohelpihakkeella täytetyssä kasvatuskennossa. Sopivan lannoitusmäärän selvittämiseksi kasvualustakenttoja lannoitettiin eri määrillä matomultaa ja/tai kananlantaa. Kasvatuskokeella tutkittiin siementen itämistä ja salaattien tuoremassan määrää eri tavoin lannoitetuissa kasvualustoissa. Vertailukohteeksi kokeessa kasvatettiin jääsalaatteja turvekasvualustassa, jota Viherkaste Oy:n salaattiviljelmillä normaalisti käytetään.

9.2 Koepaikka

Viherkaste Oy on vuonna 2007 perustettu puutarhayritys, jonka kasvihuoneissa tuotetaan salaatteja ja yrttejä. Viherkaste Oy tuottaa salaateista lehtiruukkusalaattia, jääsalaattia ja tammenlehtisalaattia. Yrteistä yritys tuottaa persiljaa ja tilliä. Yrityksen kasvihuonepinta-ala on vuonna 2008 käyttöönotetun laajennuksen jälkeen n. 10 000 m². (Viherkaste 2013.)

9.3 Koejäsenet

9.3.1 Kasvualustakenttojen seossuhteet

Taulukossa 1 on kunkin kenttojen sisältämät materiaaliosuudet sekä sattumanvarainen täyttöjärjestys. Lannoitusmäärissä käytettiin matomullan osalta karkeaa arviota lannoitemääriin perustuen. Kananlannan käyttömäärät perustuivat lannoitesäkin ohjesuositukseen. Suurilla lannoitemäärillä, kananlanta 5,0 %, halut-

tiin saada tietoa myös suuren lannoitepitoisuuden vaikutuksista jääsalaatin itävyYTEEN ja kasvuun.

Taulukko 1. Kennojen täyttöjärjestys ja ruukohelven, matomullan ja kananlantan tilavuusosuudet kennoittain

Kennon numero	Täytön järjestysnumero	Ruukohelpi	Matomulta	Kananlanta
1	15	100,0 %	0,0 %	0,0 %
2	6	100,0 %	0,0 %	0,0 %
3	12	75,0 %	25,0 %	0,0 %
4	10	75,0 %	25,0 %	0,0 %
8	13	97,5 %	0,0 %	2,5 %
11	3	85,0 %	12,5 %	2,5 %
13	11	85,0 %	12,5 %	2,5 %
14	5	85,0 %	12,5 %	2,5 %
15	14	85,0 %	12,5 %	2,5 %
9	4	72,5 %	25,0 %	2,5 %
6	7	95,0 %	0,0 %	5,0 %
7	8	95,0 %	0,0 %	5,0 %
10	2	82,5 %	12,5 %	5,0 %
5	1	70,0 %	25,0 %	5,0 %
12	9	70,0 %	25,0 %	5,0 %

9.3.2 Kokeessa käytetty kananlanta

Käytetty kananlanta oli Biolanin Kanankakka + Merilevä -lannoitetta, joka on luomu-merkitty kompostoidusta broilerinlannasta ja merileväjauheesta valmistettu lannoite. Sen ravinnepitoisuudet olivat N–P–K, 4–1–2, sisältäen myös kaikki kasvin tarvitsemat hivenravinteet. Suositeltu käyttömäärä multa- ja turveseoksiin on 1 litra kananlantaa/50 litraa multaa tai turvetta eli 2 %:n pitoisuus.

Viljavuuspalvelulla teetetyn ravinneanalyysin mukaan ruukohelpihakkeessa, joka sisältää 2 % kananlantaa on ravinteita seuraavasti: Liukoinen typpi 314 g/m³, liukoinen fosfori 130 g/m³ ja liukoinen kalium 430 g/m³. Puhtaan ruukohelven ravinnepitoisuudet olivat analyysin mukaan puolestaan 19 g/m³ liukoista typpeä, 13 g/m³ liukoista fosforia ja 69 g/m³ liukoista kaliumia. Puhtaassa kananlannassa laskettiin edellä olevien tietojen perusteella olevan liukoista typpeä 14 750 g/m³, liukoista fosforia 5850 g/m³ ja liukoista kaliumia 18 050 g/m³.

9.3.3 Kokeessa käytetty matomulta

Käytetty matomulta oli valmistettu Kiteen mato ja multa Oy:n tiloissa Kiteellä matokompostoimalla leppäpurua ja kotitalousjätteitä. Matoina kompostoinnissa oli käytetty pääasiassa tunkiolieroa (*Eisenia fetida*). Kompostista oli teetetty kypsyystesti MetropoliLab Oy:llä. Analyysin mukaan matomullan nitraattityppi/ammoniumtyppi -suhde oli 436,6 ja juurenpituusindeksi matomullalle oli 65 %. Lannoitevalmisteita koskevien säädösten mukaan kypsässä kompostissa tulee nitraattityppi/ammoniumtyppi -suhteen olla yli 1, jonka lisäksi juurenpituusindeksin tulee olla yli 80 % (Kansallinen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelo). Viljavuuspalvelu Oy:n tekemän ravinneanalyysin mukaan käytetyssä matomullassa oli typpeä 3100 g/m³ josta liukoista 240 g/m³, fosforia 1600 g/m³ josta liukoista 23 g/m³ ja kaliumia 2200 g/m³. Matomullan pH oli analyysin mukaan 7,1.

9.3.4 Kokeessa käytetty turvekasvualusta

Vertailukohteena ruokohelpialustoille käytettiin Viherkaste Oy:n jääsalaattituotannossaan käyttämää Kekkilän White 620 pH 6,0 turvekasvualustaa. Se on tarkoitettu ruukkuvihanneksille ja vihannesten taimikasvatukseen. White 620 koostuu vaaleasta rahkasammalturpeesta, jota on kalkittu ja lannoitettu. Lannoitteena alustassa on Kekkilän peruslannoite 1, (N–P–K, 14–4–20) 0,9 kg/m³. Kasvuturpeen valmistuksessa käytetty seulakoko on ollut 20 mm ja turpeen irtotiheys 75 g/l.

9.3.5 Lannoitemäärät tutkittavissa kasvualustoissa

Laskettaessa ruokohelpikasvualustoihin laitettuja lannoitemääriä, huomattiin niiden olevan kananlannalla lannoitetuissa kasvualustoissa huomattavasti suurempia kuin Viherkaste Oy:llä jääsalaatin kasvatuksessa käytettävän turvekasvualustan lannoitemäärät. Verrokkia pienempi typpi- ja fosforilannoitus oli ainoastaan kennoissa 1–4, jotka eivät sisältäneet kananlantaa. Taulukossa 2 on kunkin kennon sisältämät liukoisen typen, liukoisen fosforin ja liukoisen kaliumin

määrät. Luvut on saatu laskemalla yhteen kaikkien seosaineiden (ruokohelpi, matomulta, kananlanta) sisältämät määrät kutakin lannoitetta.

Taulukko 2. Kennokohtaiset liukoisen typen, fosforin ja kaliumin lannoitemäärät

Kennon numero	Ruokohelpi	Matomulta	Kananlanta	N liuk (g/m ³)	P liuk (g/m ³)	K liuk (g/m ³)
1	100,0 %	0,0 %	0,0 %	19	13	69
2	100,0 %	0,0 %	0,0 %	19	13	69
3	75,0 %	25,0 %	0,0 %	74	16	602
4	75,0 %	25,0 %	0,0 %	74	16	602
8	97,5 %	0,0 %	2,5 %	387	159	519
11	85,0 %	12,5 %	2,5 %	415	160	785
13	85,0 %	12,5 %	2,5 %	415	160	785
14	85,0 %	12,5 %	2,5 %	415	160	785
15	85,0 %	12,5 %	2,5 %	415	160	785
9	72,5 %	25,0 %	2,5 %	443	161	1051
6	95,0 %	0,0 %	5,0 %	756	305	968
7	95,0 %	0,0 %	5,0 %	756	305	968
10	82,5 %	12,5 %	5,0 %	783	306	1234
5	70,0 %	25,0 %	5,0 %	811	307	1501
12	70,0 %	25,0 %	5,0 %	811	307	1501
Turve				126	36	180

9.4 Perustamis- ja kasvatustoimenpiteet

9.4.1 Kasvupaikka ja kasvatuksen vaiheet

Tämän kasvatuskokeen idätysvaihe tapahtui samassa idätyskammiossa, jossa idätetään Viherkaste Oy:n tuotantoon menevät jääsalaatit. Taimipöytäkasvatus tapahtui puolestaan yrityksen koekäyttöön tarkoitettulla vanhalla puolella, missä taimien kastelu tapahtuu käsin letkulla. Kasvatuskokeen kourukasvatusvaihe toteutettiin käytännön syistä vanhalla puolella, missä kasvatetaan pääasiassa tilliä, persiljaa, tammenlehtisalaattia ja lehtisalaattia. Yrityksen varsinainen jääsalaatin tuotanto tapahtuu kasvihuoneen uudessa osassa, missä taimien kastelu tapahtuu koneellisesti.

Tähän kasvatuskokeeseen valittua jääsalaattia kasvatetaan Viherkaste Oy:n puutarhalla pääasiassa kylvämällä yksi siemen per ruukku. Osa tuotannosta tapahtuu kahdella siemenellä. Yhdellä siemenellä kasvatettaessa päätuotanto-

linjan kasvatusjakso on seuraavanlainen: Aluksi siemeniä idätetään pimeässä idätyskammiossa 3 päivän ajan. Tämän jälkeen taimia kasvatetaan taimikennoissa taimipöydällä 17–18 vuorokautta, minkä jälkeen ne siirretään vielä ravintoliuoskouruihin kasvamaan 20–21 vuorokaudeksi. Kokonaiskasvu aika on siis 40–42 vuorokautta. Kasvuajan pituus vaihtelee useita päiviä vuodenajasta riippuen. (Nylund 2013.)

9.4.2 Kennojen täyttö ja peruslannoitus

Kasvualustakennoina käytettiin styroxkennoja, joihin mahtui 54 ruukkuja. Kennot täytettiin ruokohelpihakkeen ja lannoitteiden seoksella 20.2.2013. Ruokohelpi oli haketettu syksyllä 2012 käyttäen hakkuria, jonka tuottama palakoko oli 25–35 mm. Haketettu ruokohelpi oli varastoitu ulos kasaan betonialustalle muovipeitteen alle. Kokeeseen otettu ruokohelpihake seulottiin vielä 8 mm:n seulan läpi, jolloin kennoihin liian pitkän korret ja paakut erottuivat joukosta.

Jokaista kennoa varten valmistettiin oma seoksensa, joka koostui seulotusta ruokohelpihakkeesta ja matomullasta ja/tai kananlannasta. Matomullan osuus kasvualustaseoksen tilavuudesta oli joko 0 %, 12,5 % tai 25 %. Kananlannan tilavuusosuus oli puolestaan joko 0 %, 2,5 % tai 5,0 %. Kasvualustaseokset tehtiin sekoittamalla käytetyt ainesosat Kenwoodin blenderillä (kuva 1). Yksi blenderin astiallinen ei ollut riittävästi täyttämään kennon ruukut, vaan yleensä astiallisia tarvittiin 3–4 kpl. Valmis seos kaadettiin ja tasoiteltiin kennojen ruukkuihin.



Kuva 1. Kasvualustaseoksien valmistuksessa käytetty blenderi ja kasvualustakkenno

9.4.3 Kylvö ja idätys

Kylvö tapahtui kennojen täyttöä seuraavana päivänä, 21.2.2013. Kennot toimitettiin Viherkaste Oy:n kasvihuoneelle, missä ne kasteltiin ensin runsaalla vedellä. Kylvö suoritettiin Viherkaste Oy:n käyttämällä laitteistolla kylvämällä yksi pilleröity jääsalaatin siemen kasvualustan pinnalle (kuva 2). Kylvön yhteydessä kennot kasteltiin koneellisesti vielä kevyellä vesisuihkulla. Tämän jälkeen kennot pinottiin ja siirrettiin idätyskammioon. Idätyskammiossa kennopinot peiteltiin muovilla, jotta alustojen kosteus ei haihtuisi. Idätyskammiossa ilman lämpötila oli noin 14 celsiusastetta ja ilman suhteellinen kosteus 100 %. Idätys tehtiin siis samoissa oloissa ja samoilla menetelmillä, joita Viherkasteen kasvihuoneella käytetään jääsalaatin tuotannossa.



Kuva 2. Salaatinsiementen kylvössä käytetty kylvölaite

9.4.4 Kasvatus taimipöydällä

Kasvatuskennot siirrettiin idätyskammiosta kasvihuoneeseen taimikasvatusta varten 24.2 eli 3 päivän päästä kylvöstä (kuva 3). Lämpötila kasvihuoneessa pidetään n. 17 celsiusasteessa, valaistus toimii automaattisesti luonnonvalon määrän mukaan. Koekennojen päivittäisen kastelun suorittivat yrityksen työntekijät vesiletkulla muiden kasvien kastelun yhteydessä.



Kuva 3. Ruokohelpialustoissa olevat jääsalaatit taimikasvatusvaiheessa.

9.4.5 Kasvatus kourussa

Taimipöydällä 17 vuorokautta kasvaneet taimet siirrettiin kasvamaan eri kasvihuoneeseen kasvatuskouruihin 13.3.2013 (kuva 4). Kouruihin siirrettiin vain itäneet ja elinvoimaiset taimet. Kasvihuoneen lämpötila pidettiin n. 17 celsiusasteissa.



Kuva 4. Keskellä ruokohelpihakkeessa kasvaneet taimet siirrettyinä kasvatuskouruihin

9.4.6 Kasvatuskokeen lopetus

Kasvatuskoe lopetettiin 8.4.2013 eli 46 päivän kuluttua kylvöstä. Salaattien kasvustot leikattiin ruukun pinnasta erilleen ja punnittiin yksitellen. Kuvassa 5 on jääsalaattikasvustot punnituspäivänä.



Kuva 5. Täysikasvuiset jääsalaattikasvustot ennen punnitusta

9.4.7 Verrokkialustojen kasvatus

Vertailukohteena ruokohelpialustoille oli tarkoitus käyttää Viherkaste Oy:n jääsalaattituotannossa samana päivänä kylvettyjä jääsalaatteja. Tuotantopuolen kasvuolojen, kuten valoisuuden ja lämpötilan huomattiin kuitenkin poikkeavan merkittävästi ruokohelpialustojen vastaavista, joten jouduimme ottamaan vertailukohteeksi viisi päivää myöhemmin kylvettyjä jääsalaatteja, jotka kasvatettiin samassa tilassa kuin ruokohelpialustojen salaattit. Turvealustojen verrokkisalaa-
tit kasvatettiin samoissa tiloissa kuin ruokohelpialustojen salaattit, mutta niiden siirtoa ravintoliuoskouruihin ja punnitusta jouduttiin lykkäämään viidellä päivällä samanpituisen kasvuajan saavuttamiseksi. Järjestelyn mahdollisesti aiheuttamat virheet tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa.

9.5 Havainnot ja mittaukset

Ruokohelpikasvualustoista laskettiin kennokohtaiset itävyydet 5 päivän kuluttua kylvöstä, eli 26.2. Samalla laskettiin itävyydet myös kolmesta turvekasvualustan kennosta. Salaattikasvustojen kuntoa tarkkailtiin noin viikon välein kylvöstä alkaen. Kasvualustoista mitattiin puristenesteen sähkönjohtokyky 7.3. Sähkönjoh-

tokyky mitattiin puristamalla kunkin kennon 2–6 ruukusta nestettä digitaalimittarin pieneen astiaan. Kasvatuskoe lopetettiin 8.4. jolloin salaattit leikattiin saksilla irti ruukun pinnasta ja kasvusto punnittiin. Punnitukseen käytettiin gramman tarkkuudella mittaavaa digitaalivaakaa.

9.6 Tulosten analysointimenetelmät

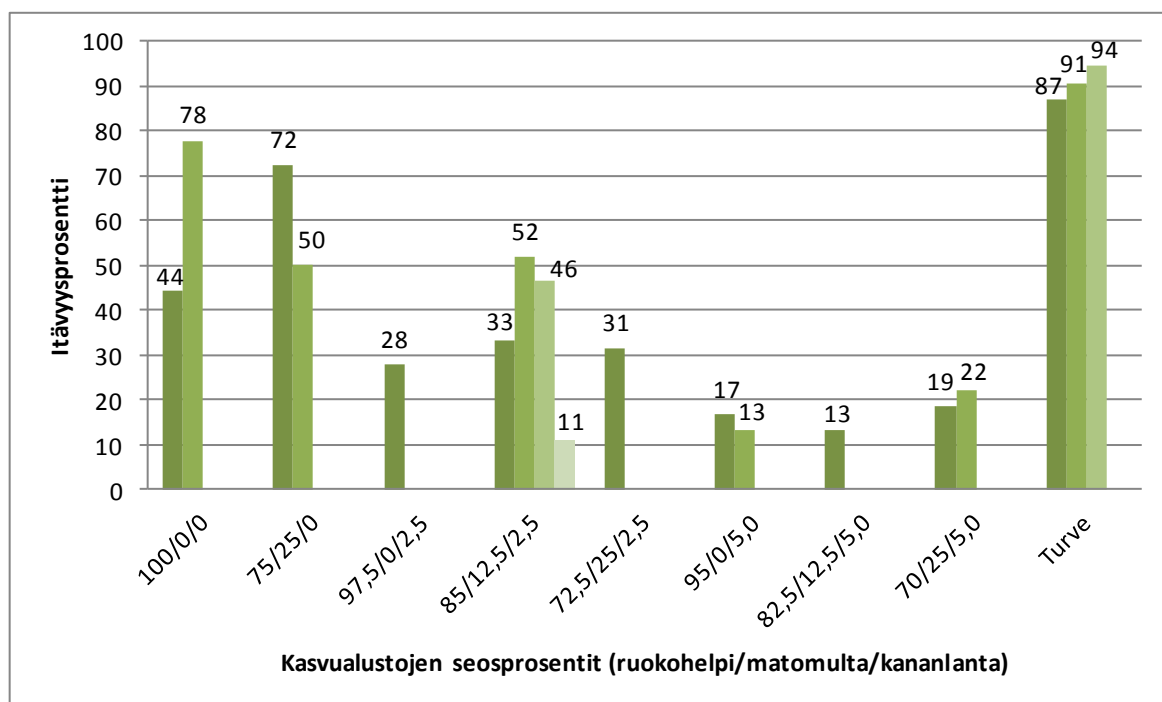
Kasvatuskokeen alussa saaduista itävyystuloksista laskettiin kennokohtaiset itävyyssprosentit. Tuloksia vertailtiin kolmen turvekasvualustan itävyystuloksiin. Kasvualustojen puristenesteen johtokykyä käytettiin selittämään itävyystuloksia. Itävyyssprosentin riippuvuutta kasvualustan puristenesteen johtokyvystä tutkittiin regressioanalyysin avulla. Kasvatuskokeen jälkeen punnituista salaateista laskettiin jokaisen kennon salaateille niiden tuorepainojen keskiarvo. Myös näitä tuloksia verrattiin turvekasvualustassa kasvaneisiin jääsalaatteihin.

Koesuunnitteluun kuten tulosten mallintamiseenkin käytettiin Modde 7-mallinnusohjelmaa (Modde 7). Itävyyden, salaatin tuorepainon ja kasvualustan puristenesteen johtokyvyn riippuvuutta kasvualustan seossuhteista (ruokohelvi/matomulta/kananlanta) mallinnetaan Modde 7 -mallinnusohjelman monimuuttujaregression avulla. Tavoitteena oli saada malli, joka selittää, kuinka em. variabelit muuttujat muuttuvat, kun kasvualustassa olevan ruokohelven, matomullan ja kananlannan määriä muutellaan.

10 Tulokset

10.1 Jääsalaatin siementen itäminen

Itävyyden huomattiin vaihtelevan hyvin paljon eri kennojen välillä. Itävyyttestas-
kennan perusteella parhaiten siemenet itivät kennossa 2 (78 %), jossa ei ollut
lainkaan lannoitteita. Kuitenkin toisessa lannoittamattomassa kennossa 1 iti
vain 44 %. Ruokohelven lisäksi 25 % matomultaa sisältäneissä kennoissa 3 ja 4
iti 72 ja 50 % siemenistä. Huonoimmat itävyytulokset saatiin 5 % kananlantaa
sisältäneistä kennoista 5, 6, 7, 10 ja 12, joissa iti vastaavasti 22, 17, 13, 13 ja
19 % siemenistä. Kennon 15 itävyys oli kaikkein huonoin, 11 %. Kolmessa tur-
vepohjaisessa vertailukennossa itävyydet olivat 87, 91 ja 94 % siemenistä.
Kennokohtaiset itävyytulokset ovat kuviossa 1.



Kuvio 1. Kennokohtaiset salaatin siementen itävyytset ryhmiteltyinä kes-
kenään saman seossuhteen ruokohelpiä, matomultaa ja kananlantaa sisältä-
neisiin kennoihin

10.2 Mallinnus jääsalaatin siementen itävyydelle

10.2.1 Monimuuttujaregressio -kuvion tulkinta

Mallinnus jääsalaatin itävyydelle kasvualustan eri seossuhteilla on kuviossa 2. Kuvion punainen väri kuvastaa tehdyn kokeen perusteella itämisen kannalta parasta kasvualustaseosta, keltainen väri keskinkertaista ja turkoosi huonointa seosyhdistelmää. Kasvualustaseoksien yhdistelmät sijoittuvat kuvan värikkäälle alueelle, valkoinen alue ei ole mahdollinen seoksien yhdistelmä. Mallissa kananlannan määrä (mallissa "Kana") kasvualustassa kasvaa liikuttaessa kohtisuoraan kolmion vasemmasta kyljestä kohti kolmion oikeaa alakulmaa. Vastaavasti matomullan määrä (mallissa "Mato") kasvualustassa kasvaa liikuttaessa kolmion oikeasta kyljestä kohtisuoraan kohti kolmion vasenta alakulmaa.

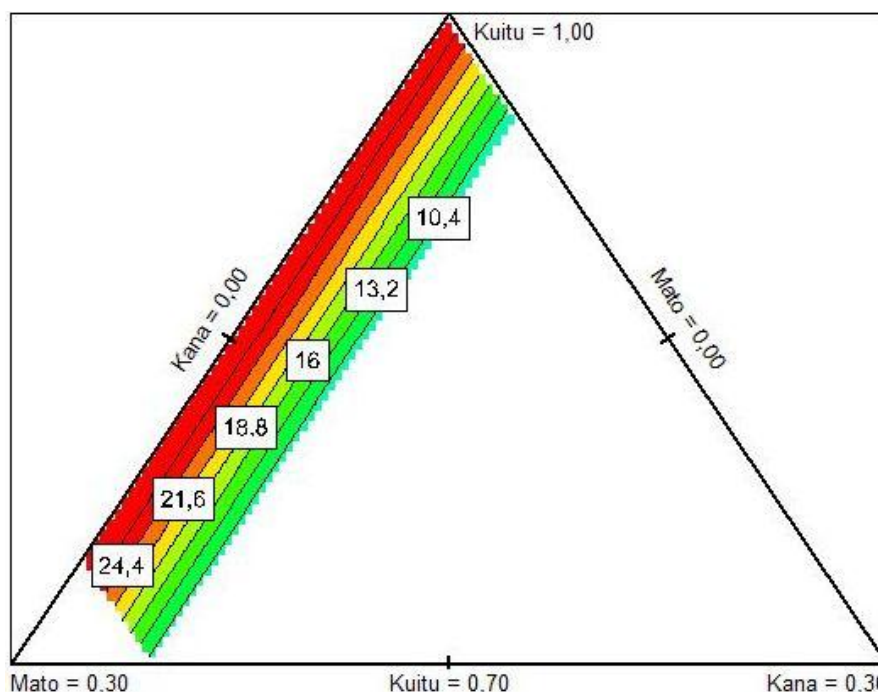
Kolmion vasen kylki kuvastaa tasoa, jolla kananlantaa ei ole kasvualustassa lainkaan. Turkoosi, samansuuntainen taso puolestaan tilannetta, jossa kananlantaa on 5 % kasvualustasta. Kolmion oikea kylki kuvastaa tilannetta, jossa kasvualustassa ei ole lainkaan matomultaa, matomullan määrä on suurimmillaan, 25 %:ssa, värikkäällä tasolla, joka on kauimpana kolmion oikeasta kyljestä. Kolmion huippu kuvastaa tilannetta, jossa kasvualusta koostuu pelkästä ruokohelvestä (mallissa "Kuitu"). Kolmion pohjalla ruokohelpeä on 70 % kasvualustasta, muut ruokohelpiosuudet sijoittuvat tälle välille riippuen kohtisuorasta etäisyydestä kolmion huippuun.

Modde 7 -mallinnusohjelma laskee kullekin mallille sen luotettavuutta kuvaavat arvot R^2 ja Q^2 . R^2 on mallin selitysaste, joka kuvaa sitä, kuinka monta prosenttia malli selittää muuttujien vaihtelusta. Q^2 -arvo kuvaa prosenttiosuutta muuttujien vaihtelusta, joka mallilla voidaan ennustaa. Molemmat tunnusluvut voivat saada arvoja välillä 0–1 riippuen siitä, kuinka hyvin malli soveltuu aineistoon. Hyvällä mallilla R^2 ja Q^2 arvot ovat lähellä 1:stä ja mallin ollessa huono ovat kyseiset arvot lähellä nollaa. (Modde 7, 11.)

10.2.2 Mallinnuksen tulokset

Saadun mallin mukaan kananlannan lisääminen kasvualustaan huonontaa jääsalaatin itävyyttä (kuvio 2). Kuviossa parhaan itämisen punainen taso, mallissa 24 itänyttä siementä/kenno, on aivan kolmion oikean kyljen pinnassa, jossa kananlannan määrä on 0 %. Mallin mukaan matomullan määrällä ei juuri ole vaikutusta itävyyteen, hyvin pieni positiivinen vaikutus on tosin nähtävissä. Tämä näkyy siinä, että liikuttaessa kohti kolmion vasenta alakulmaa ja suurempaa matomullan määrää kasvualustassa kasvaa punaisen alueen leveys turkoosin alueen pienentyessä.

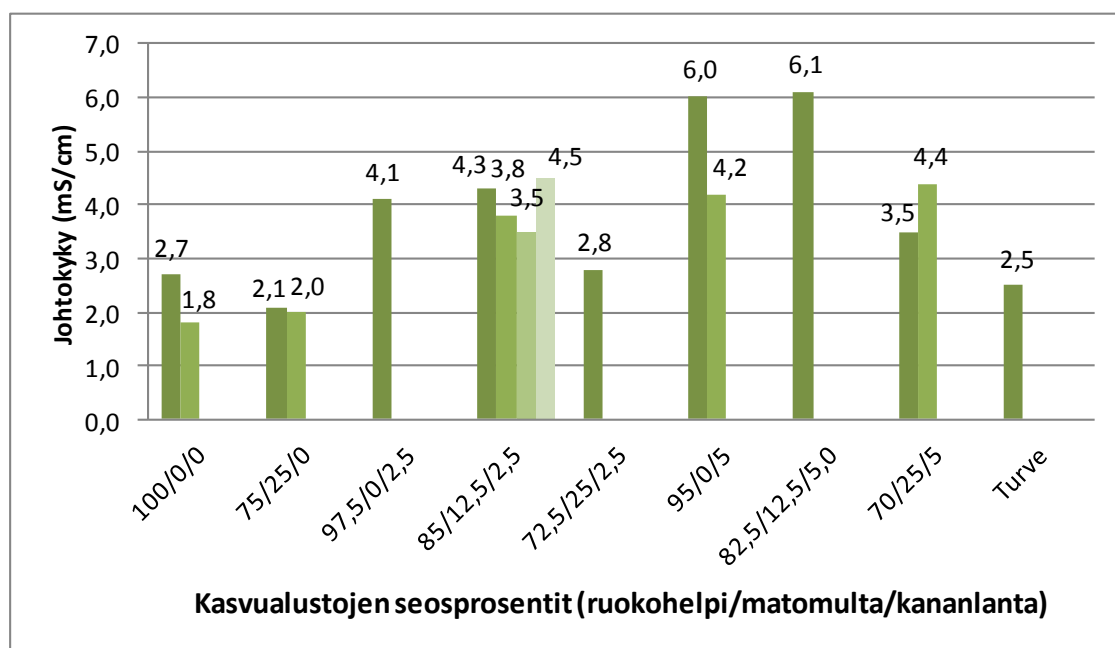
Mallin selitysaste R^2 itävyydelle oli 0,69, jota voidaan pitää kohtalaisen hyvänä. Q^2 -arvo mallille on 0,52. Hyvästä selitysasteesta huolimatta on kuitenkin muistettava, että malli on tehty suurelta osin liian suuriin lannoitemääriin perustuen. Pienillä lannoitemäärillä kananlannan vaikutus ei välttämättä olisi itävyyden kannalta aivan näin negatiivinen. Laskettaessa malli ilman kennon 15 itävyytuloksia oli selitysaste 0,78 eli merkittävästi parempi. Kennon 15 huono itävyytulos verrattuna muihin samat lannoitemäärät sisältäneisiin kennoihin 11, 13 ja 14 saattoi johtua siitä, että kennon 15 lannoitteet jouduttiin sekoittamaan käsin blenderin rikkoonnuttua.



Kuvio 2. Modde 7 -ohjelmistolla saatu malli jääsalaatin itävyydelle kasvualustan eri seossuhteilla. $R^2=0,69$, $Q^2=0,52$

10.3 Itävyyden riippuvuus kasvualustan puristenesteen johtokyvystä

Kasvualustojen ravinnepitoisuuksien selvittämiseksi alustoista mitattiin sähkönjohtokyvyt 7.3. Kennojen ravinnemäärät ja siten sähkönjohtokyvyt ovat olleet todennäköisesti vielä korkeammat itävyyslaskennan aikaan, sillä kaksi viikkoa myöhemmin mitatut johtokykyluvut ovat laskeneet kasteluveden huuhtoessa alustoista lannoitteita. Kennokohtaiset puristenesteen johtokyvyt ovat kuviossa 3.

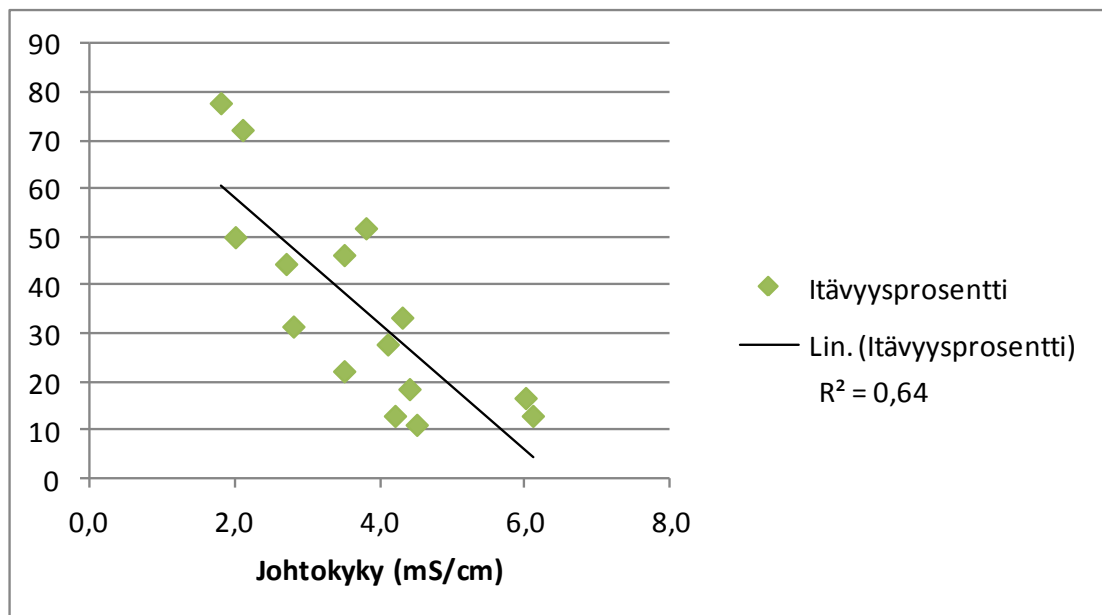


Kuvio 3. Kennokohtaiset puristenesteen sähkönjohtokyvyt ryhmiteltyinä keskenään saman seossuhteen ruokohelpeä, matomultaa ja kananlantaa sisältäneisiin kennoihin

Johtokyky mitattiin puristamalla kunkin kennon ruukuista tarvittava määrä nestettä johtokykymittariin. Puristettujen pottien määrä vaihteli 2–6 välillä johtuen suurista kosteuseroista kennojen välillä. Johtokyky ilmoitettiin yksikössä mS/cm. Itävyyden ja kasvualustan puristenesteen johtokyvyn riippuvuutta tutkittiin regressioanalyysin avulla. Regressiosuora on kuviossa 4. Mallin selitysaste R^2 on 64 %.

Kuvion 4 mukaan jääsalaatin siementen itävyysprosentti riippuu melko selvästi kasvualustan puristenesteen johtokyvystä. Tämä tulos on hyvin samansuuntainen mitä kirjallisuuskatsauksessa todettiin johtokyvystä. Useissa kasvualustois-

sa olleet liian suuret lannoitemäärät ovat aiheuttaneet johtokyvylle monessa kennossa yli 4:n arvoja, jotka ovat liian suuria turvekasvualustaan verrattuna.

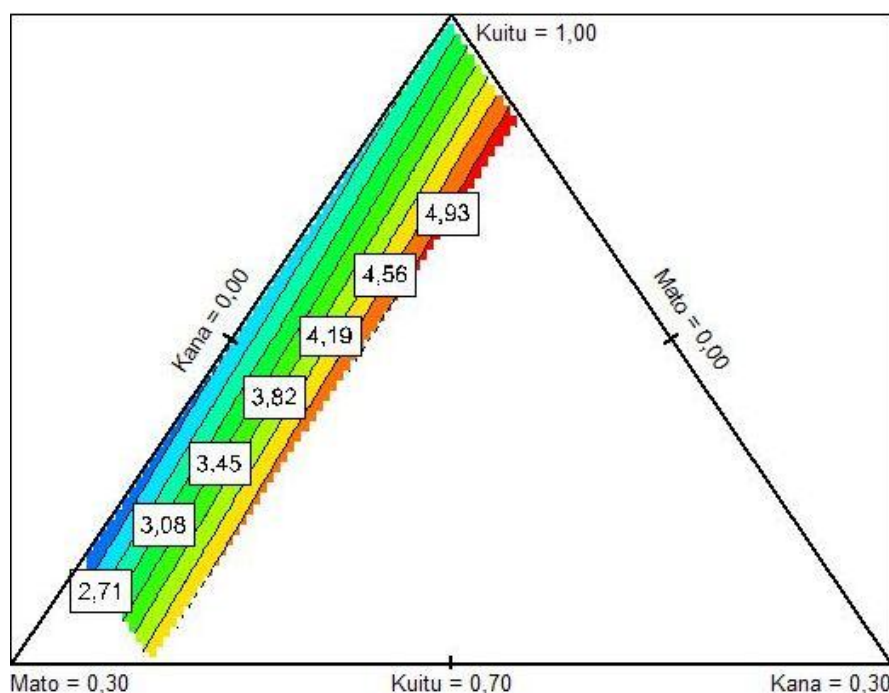


Kuvio 4. Itävyyden riippuvuus kasvualustan puristenesteen johtokyvystä

10.4 Mallinnus kasvualustojen puristenesteen johtokyvylle

Modde 7 -mallinnusohjelmaa käytettiin kuvaamaan ruokohelpikasvualustojen puristenesteen johtokyvyn riippuvuutta ruokohelven, matomullan ja kananlannan suhteellisista osuuksista (kuvio 5). Kuviossa suurta johtokykyä edustaa punainen väri ja pientä johtokykyä puolestaan sininen väri. Kuten oli oletettavissa, lisäksi kananlannan pitoisuuden kasvaminen kasvualustassa myös sen puristenesteen johtokykyä. Mallin mukaan matomullalla on kuitenkin johtokykyä hie- man laskeva vaikutus, sillä kuviossa sinisen värin määrä lisääntyy kohti kolmion vasenta alakulmaa eli suurempaa matomullan määrää.

Mallin mukaan pienimpään puristenesteen johtokykyyn, arvoon 2,71 päästäisiin kasvualustalla, joka ei sisällä lainkaan kananlantaa mutta sisältää n. 25 % matomultaa. Mallin mukaan matomullan johtokykyä laskeva vaikutus on pieni, joten johtokyky ei sen mukaan olisi paljoa suurempi pelkässä ruokohelpikasvualustassa. Mallin selitysaste R^2 johtokyvylle on 0,73 ja Q^2 -arvo 0,55.



Kuvio 5. Modde 7 -ohjelmistolla saatu malli kasvualustan puristeneeseen johtokyvylle eri seossuhteilla. $R^2=0,73$, $Q^2=0,55$

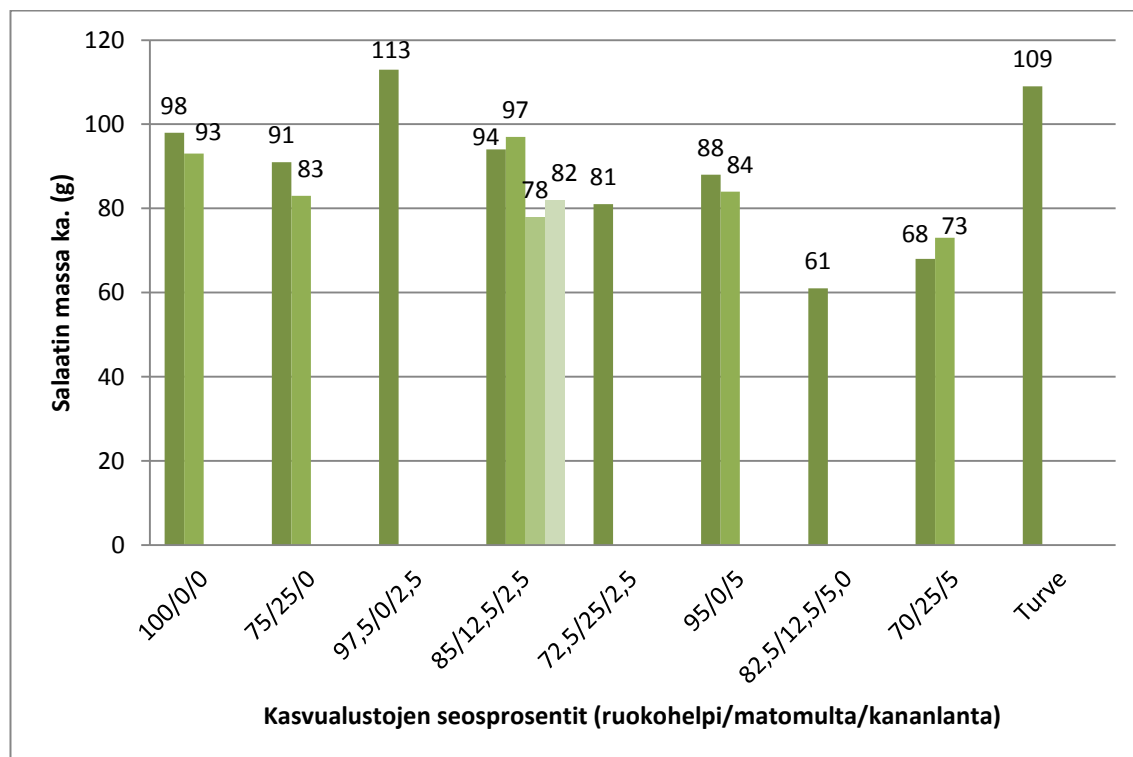
10.5 Jääsalaattien tuorepainot

Yksittäin punnituista salaateista laskettiin kennokohtaiset keskiarvot. Huonon itävyyden johdosta kasvatusvaiheeseen päätyi joistakin kennoista vain hyvin pieni määrä taimia. Vain alle 10 tainta kasvatettiin esimerkiksi kennoista 6, 7, 10, 12 ja 15. Salaattien tuorepainojen keskiarvot vaihtelivat suuresti, välillä 61–113 grammaa. Kennokohtaiset salaattien keskimääräiset tuorepainot ovat kuviossa 6.

Paras tulos, 113 grammaa/salaatti, saatiin kennosta joka sisälsi lannoitteena 2,5 % kananlantaa. Lannoittamattomat kasvualustat 1 ja 2 tuottivat jääsalaatteja, joiden keskimääräinen tuorepaino oli 98 ja 93 grammaa. Ruokohelpi ja 25 %:n matomullan lisäys kennoissa 3 ja 4 antoi salaateille keskimääräiset tuorepainot 91 ja 83 grammaa. Verrokkina olleen turvekasvualustan salaattien keskimääräinen tuorepaino oli 109 grammaa.

Huonoimman tuorepainon jääsalaateille antoi kenno, jossa oli ruokohelven lisäksi 12,5 % matomultaa ja 5 % kananlantaa, 61 grammaa. Tosin tämän kennon taimia oli vain 2 kpl huonosta itävyydestä johtuen, joten tulosta ei voida pitää kovin luotettavana. Kennot joissa oli 25 % matomultaa ja 5 % kananlantaa tuottivat salaatteja joiden tuorepainot olivat 68 ja 73 grammaa.

Salaattien tuorepainoissa oli runsaasti hajontaa myös kennojen sisäisesti. Verrokkialustan keskihajonta salaattien massalle oli 10 grammaa, kun monessa ruokohelpialustassa keskihajonta oli noin 30 grammaa. Keskihajontojen vaihteluun vaikutti varmasti kennojen salaattilukumäärän vaihtelu.



Kuvio 6. Salaattien keskimääräiset tuorepainot ryhmiteltyinä keskenään saman seossuhteen ruokohelpeä, matomultaa ja kananlantaa sisältäneisiin kennoihin

10.6 Mallinnus jääsalaatin tuorepainolle

Myös jääsalaatin tuorepainon riippuvuutta ruokohelpihakkeen, matomullan ja kananlannan suhteellisista osuuksista kasvualustassa mallinnettiin Modde 7-ohjelmiston monimuuttujaregression avulla (kuvio 7). Kuviossa on sama periaate kuin mallinnettaessa itävyyttä, eli punainen alue kuvastaa seossuhdetta, jolla

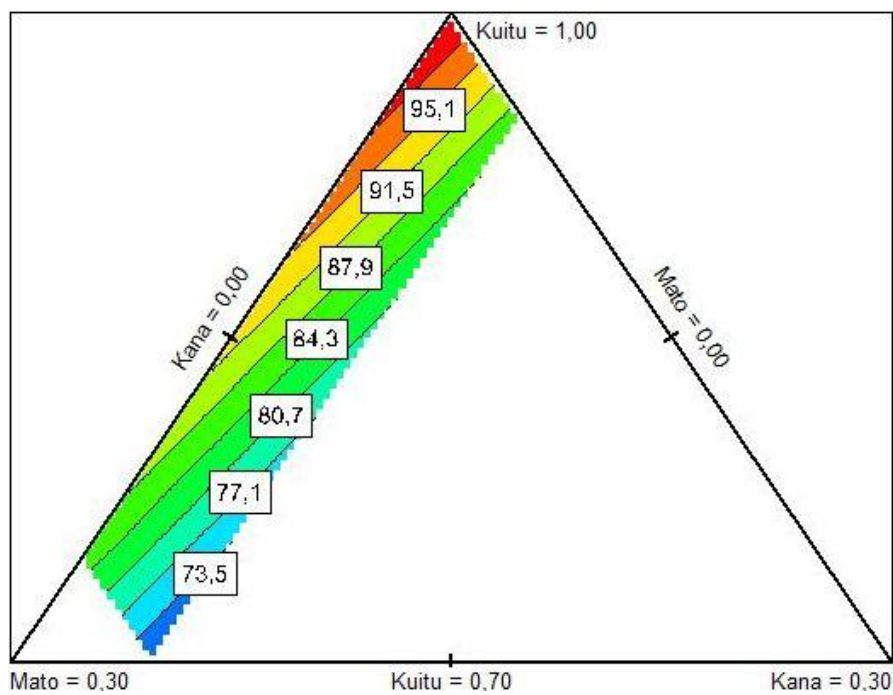
saadaan suurin mahdollinen salaatin massa, ja sininen alue kuvaa puolestaan seossuhdetta, jolla salaatit jäävät pienimmiksi.

Tämän mallin mukaan sekä kananlannan että matomullan lisääminen kasvu-alustaan heikentää salaatin tuorepainon kehitystä. Paras tulos, noin 95 gramman salaatit, saadaan pelkällä ruokohelpihakkeella. On kylläkin muistettava, että käytetyt lannoitemäärät olivat liian suuria, joten malli voisi olla hyvin toisenlainen jos tutkimuksessa olisi käytetty pienempiä kananlantamääriä, esimerkiksi 0,5 %, 1,0 % ja 1,5 %. Nyt suuret kananlanta-annokset olivat nähtävästi vain heikentämässä kasvualustan laatua.

Mallin mukaan myöskään matomullalla ei ole jääsalaatin kasvua parantavaa vaikutusta. Matomullan vaikutus tuorepainoon on lievästi haitallinen, kuten voidaan päätellä kuvion värien muuttumista kohti sinistä liikuttaessa kauemmas kolmion oikeasta kyljestä, jolloin matomullan määrä alustassa kasvaa.

Mallin selitysaste R^2 jääsalaatin massalle oli 0,56 eli mallissa on jonkin verran epävarmuutta. Myös Q^2 -arvo oli tehdyistä mallinnoista huonoin, 0,36. Osittain syynä mallin epävarmuuteen on varmasti kasvatuskokeen aikana vaihdelleet tekijät. Esimerkiksi kennojen kastelu tapahtui käytännön syistä Viherkaste Oy:n työntekijöiden toimesta käsin letkun avulla, kuten kyseisessä kasvihuoneessa kasteltiin muutkin taimet. Kennojen väliset kosteusvaihtelut ovat luonnollisia kasvihuoneviljelyssä, mutta aiheuttavat epävarmuutta koetilanteeseen.

Myös joidenkin kennojen huono itävyys aiheutti sen, että näistä kennoista loppuun asti kasvatettuja salaatteja saattoi olla alle 10. Näistä laskettu keskiarvo ei välttämättä ole kovin luotettava. Itävyys oli myös melko epätasaista, jolloin kourutetut salaatit olivat keskenään hyvin erikokoisia.



Kuvio 7. Modde 7 -ohjelmistolla saatu malli jääsalaatin tuorepainon määrälle kasvualustan eri seossuhteilla. $R^2=0,56$, $Q^2=0,36$

11 Tulosten tarkastelu

11.1 Jääsalaatin siementen itäminen

Siementen itävyys ruokohelpihakkeessa osoittautui tässä kokeessa huonoksi. Pelkän ruokohelpihakkeen itävyysprosentit olivat 44 % ja 78 %. Vaikka näistä 78 %:n itävyys oli tämän kokeen paras, ei se ole läheskään riittäviä, kun sitä vertaa turvekasvualustojen noin 90 %:n itävyyteen. Merkillepantavaa on kyseisten kahden lannoittamattoman ruokohelpikennon suuri ero itävyysprosentteissa.

Syyksi huonoon itävyyteen arveltiin siementen kuivumista itämisprosessin aikana. Tähän puolestaan on todennäköisesti ollut syynä ruokohelpihakkeen kasvualustakäyttöön liian karkea rakenne, joka ei ole sitonut itseensä riittävästi vettä siemenen itämistä varten. Turvealusta pysyy kosteana hienon rakenteensa ansiosta, jolloin itäminen onnistuu varmemmin. Ruokohelpihake olisi myös täytynyt kastella ja antaa kosteuden tasaantua ainakin vuorokauden ennen kennoihin levittämistä. Nyt kennot kasteltiin ainoastaan vähäisesti kennoja täytettäessä ja lisäksi kylvön yhteydessä.

Ruokohelpihakkeen liian karkea rakenne ei mahdollista siemenelle myöskään niin suurta kosketuspintaa alustaan, mikä todennäköisesti huonontaa itämis mahdollisuutta entisestään. Kuvissa 6 ja 7 on vierekkäin ruokohelpihakkeeseen ja turvekasvualustaan kylvetty jääsalaatin siemen.



Kuvat 6 ja 7. Vasemmalla kuvassa 6 oleva ruokohelpihake on oikealla kuvassa 7 olevaa turvekasvualustaa huomattavasti karkearakenteisempaa.

Itämisen huomattiin olevan erityisen huono kennoissa joissa oli lannoitteena 5,0 tilavuusprosenttia kananlantaa. Tällaisia olivat kennot 5, 6, 7, 10 ja 12 joissa itäneitä siemeniä oli vastaavasti vain 12, 9, 7, 7 ja 10. Tarkasteltaessa taulukon 2 lannoitemääriä kyseisten kennojen osalta ja vertailtaessa niitä turvekasvualustan lannoitemääriin, on ruokohelpikasvualustojen huono itävyys täysin ymmärrettävää. Tätä havaintoa tukee myös Modde:n antama malli, jossa kananlannalla on ollut itävyyttä heikentävä vaikutus.

Liian voimakkaasti lannoitettu kasvualusta on luultavimmin estänyt taimien vedensaannin. Edellä mainittuja kennoja 5, 6, 7, 10 ja 12 huonompi itävyys oli ainoastaan kennossa 15, 6 itänyttä siementä. Tämä poikkeus tuloksissa saattoi johtua siitä, että kennojen täyttövaiheessa lannoitteiden sekoituksessa käytetty blenderi rikkoutui ja jouduimme sekoittamaan kennon 15 lannoitteet käsin. Tällöin kananlantalannoite on luultavasti sekoittunut huonosti alustaan ja estänyt itämisen.

Liian voimakkaan lannoittamisen lisäksi ongelmana saattoi olla lannoitteiden epätasainen jakautuminen ruukuissa. Rakeina lisätty kananlanta ei välttämättä sekoittunut ruokohelpihakkeeseen riittävän hyvin, jolloin tiettyihin osiin ruukkuja tuli ylilannoitus (kuva 8).



Kuva 8. Huonosti sekoittunut kananlanta ja sen liian suuri määrä kasvualustassa on polttanut itäneen siemenen juuren.

11.2 Jääsalaattien tuorepainot

Jääsalaattien keskimääräiset massat olivat ruokohelpikasvualustoissa yhtä poikkeusta lukuun ottamatta pienempiä kuin verrokkina käytetyssä turvekasvualustassa kasvaneet. Kennon 8 keskimääräinen salaatin massa oli 113 grammaa, kun verrokkialustan keskiarvo salaattien massalle oli 109 grammaa. Hieman yllättävää oli, että lannoittamattomissa ruokohelpikennoissa 1 (98 g) ja 2 (93 g) jääsalaatit kasvoivat turvekasvualustaankin nähden yllättävän hyvin. Tämä vahvistaa käsitystä siitä, että jääsalaatin taimikasvatuksessa kennoihin tarvittava lannoitemäärä on pieni.

Todennäköistä on, että jääsalaatin kasvatuksen kannalta optimaalinen lannoitusmäärä löytyy, kun kananlantaa käytetään välillä 0–2,5 %, kun tässä kokeessa kananlannan pienin lisäys oli 2,5 %. Kuten itämiseen, myös tuorepainon kehitykseen on vaikuttanut luultavasti ruokohelpikasvualustojen liian suuri lannoitemäärä verrattuna verrokkina olleen turvekasvualustan lannoitemääriin. Useissa kennoissa suuri lannoitemäärä on haitannut jääsalaatin kasvua niin paljon, että kasvu on jäänyt alle lannoittamattomien kasvualustojen.

Toisin kuin esitellyissä tutkimuksissa, matomullan lisääminen kasvualustaan ei tämän kokeen mukaan parantanut jääsalaatin kasvua. Matomullan vaikutus tuorepainoon oli sen sijaan hieman negatiivinen. Tulos oli osittain odotetunlainen, sillä Eviralla teetettyjen kasvatuskokeiden mukaan kyseinen matomulta ei täytä juurenpituusindeksiä, eli matomulta sisältää joitakin juuren kasvun kannalta haitallisia aineita. Syyksi epäiltiin mahdollisesti liian suurta ligniinin määrää, joka puolestaan voi johtua leppäpurusta, josta matomulta on osittain valmistettu.

12 Pohdinta

12.1 Päätelmät tuloksista

Tässä kasvatuskokeessa selvitettiin ruokohelpihakkeesta valmistetun kasvu-alustan toimivuutta jääsalaatin kouruviljelyssä. Lisäksi tutkittiin kananlannan ja matomullan soveltumista ruokohelpikasvualustojen lannoitteeksi. Tutkittujen kasvualustojen liian voimakas lannoitus aiheutti kasveille itämis- ja kasvuongelmia, eikä kokeessa täten päästy tutkimaan lainkaan jääsalaatin kasvun kannalta luultavasti optimaalista lannoitustasoa. Pienin käytetty kananlantamäärä, 2,5 % antoi parhaan kasvutuloksen jääsalaatille, mikä viittaa siihen, että seuraavassa kokeessa tulee käyttää sitäkin pienempiä lannoitemääriä.

Tässä kokeessa matomullalla huomattiin olevan pieni kasvua heikentävä vaikutus jääsalaatilla. Syynä tähän saattoi olla osittain leppäpurusta valmistettu matomulta ja siitä johtuva matomullan korkea ligniinipitoisuus. Ligniinipitoisuutta ei kuitenkaan ole tutkittu, joten täyden varmuuden saavuttamiseksi täytyisi tehdä ligniinin selvittävä analyysi ja jatkotutkimuksia.

Merkillepantavaa oli se, kuinka hyvin jääsalaatit kasvoivat pelkässä ruokohelpihakkeessa verrattuna turvekasvualustaan. Jääsalaattien kasvuunlähtö vaikutti hitaalta, mutta parani huomattavasti loppua kohti. Jääsalaatin minimipaino, 100 grammaa, ei jäänyt hyvin kauaksi edes lannoittamattomalla kasvualustalla, vaikka kokeessa käytetty kasvihuone ei ollut edes jääsalaatin kasvatukseen tarkoitettu. Näiden tulosten perusteella voisi uskoa, että sopivalla lannoitemäärällä ruokohelpihake voi olla täysin toimiva kasvualusta. Jos haketettu ruokohelpi toimisi kasvualustamateriaalina, olisi sillä uusiutuvuutensa vuoksi myös etu turpeeseen ja kivivillaan nähden.

Ruokohelpihakkeen käyttökelpoisuutta kasvualustamateriaalina tukee myös sen puhtaus rikkakasvinsiemenistä. Kirjallisuuden mukaan ruokohelpi kilpailee kasvuun päästyään tehokkaasti rikkakasvien kanssa, joten rikkasiemenistä ei olisi kasvualustakäytössä todennäköisesti ongelmaa. Tässä kokeessa käytetyissä

kasvualustoissa, joissa oli pelkästään ruokohelpeä ja kananlantaa, ei havaittu rikkakasveja. Sen sijaan matomultaa sisältävissä kennoissa havaittiin joitakin rikkakasveja.

Ruokohelpikasvualustan merkittävin ongelma tässä kokeessa oli sen itävyys. Suurelta osin huono itävyys johtui todennäköisesti liikalannoituksesta, vaikka lannoittamattomatkkaan kennot eivät itäneet riittävän hyvin. Kasvualustojen riittävällä kastelulla ennen kylvöä ja ruokohelpihakkeen hienommalla rakenteella uskoisin itävyyden parantuvan huomattavasti. Saataessa ruokohelpihakkeen rakennetta hienommaksi lisääntynee samalla myös sen vedenpidätuskyky. Silpun pituutta pienentämällä lienee mahdollista saada aikaan kasvualustamateriaali, joka sitoo riittävästi kosteutta, mutta joka ei sisällä liian paljoa huokoskokoa pienentäviä pieniä hiukkasia, kuten turpeella on ongelmana.

Tämän kokeen tärkein anti oli mielestäni saavutettu tieto siitä, että ruokohelpialustat tulee kastella riittävän hyvin ennen idätystä ja että käytettävien lannoitemäärien tulee olla huomattavasti pienempiä. Modde 7 -ohjelmistolla saatu malli antoi suuntaa-antavaa tietoa kananlannan ja matomullan vaikutuksista jääsalaatin kasvuun, itämiseen ja kasvualustan puristenesteen johtokykyyn. Optimaalista lannoitetasoa ei kuitenkaan päästy tutkimaan johtuen liiallisesta lannoituksesta.

12.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tämä koe oli luonteeltaan esitutkimus, sillä ruokohelpikasvualustojen kehittäminen on vasta aluillaan. Tästä syystä kokeen aikana tuli eteen monia ennalta arvaamattomia asioita. Koe antoi kuitenkin paljon arvokasta suuntaa-antavaa tietoa ruokohelven mahdollisuuksista ja heikkouksista.

Kasvatuskokeen järjestelyissä ja menetelmissä tuli tehtyä joitakin virheitä, jotka heikentävät kasvatuskokeen luotettavuutta. Ensinnäkin kasvualustaseoksia valmistettaessa jouduimme valmistamaan blenderin astian pienuudesta johtuen

useita pieniä eriä yhtä kennollista varten. Useiden mittausten määrä lisää luonnollisesti virheiden riskiä lannoitemäärien mittauksissa.

Kaikkia kennoja tulisi jatkossa kastella tasapuolisesti kasvualustaseoksen valmistuksen yhteydessä ja kasvatuskokeen aikana. Tässä koneessa kennojen kosteuspitoisuudet vaihtelivat johtuen kennojen täytön yhteydessä tehdyn kastelun epätasaisuudesta ja käsin tehdystä letkukastelusta kasvatuskokeen aikana.

Idätyksen jälkeinen kasvatus taimipöydällä olisi tullut järjestää siten, että kennot olisivat olleet satunnaisessa järjestyksessä pöydällä. Tällöin mahdolliset erot kennojen saaman valaistuksen ja lämpötilan suhteen olisivat jakautuneet kennojen välillä summittaisesti.

Kokeessa vertailukohteena käytetty turvealusta kylvettiin viisi päivää myöhemmin kuin ruokohelpialustat. Tästä voi aiheutua pientä virhettä tuloksiin johtuen turvealustan mahdollisesti saamasta suuremmasta valaistuksesta päivän pituuden lisääntyessä. Vaikkakin kylvöjen ero oli vain viisi päivää, on valoisan jakson pidentymisellä merkittävä vaikutus salaatin kasvunopeuteen. Lisäksi vertailukennoja tulisi kylvää useampia virheen minimoimiseksi.

Tässä kokeessa jääsalaattia ei kasvatettu sille varsinaisesti suunnitelluissa oloissa. Viherkaste Oy:n jääsalaatin tuotanto tapahtuu kasvihuoneen uudella puolella, missä lämpötila- ja valaistusolot ovat huomattavan erilaiset tässä kokeessa olleisiin oloihin. Kokeessa käytetyt kasvatuskourut eivät myöskään olleet jääsalaatille sopivat, sillä niiden välinen etäisyys oli liian suuri, antaen jääsalaatille liikaa kasvutilaa ja huonontaan siten salaatin laatua. Tämä huomattiin suurena ns. ”sisämustan” määränä tutkituissa salaateissa.

Tässä kokeessa saatuja tuloksia verrattiin ainoastaan yhteen turvekennolliseen jääsalaatteja, joten täyttä varmuutta verrokin pätevyydestä ei ole. Lisäksi tämä kenno sijaitsi hieman erillään ruokohelpikasvualustoista, joten siihen saattoi kohdistua eri määriä valoa ja lämpöä.

Kasvualustojen puristenesteen johtokyvyt jouduttiin mittaamaan eri määristä ruukkuja johtuen suurista kosteuseroista kennojen välillä. Mittaukset tehtiin puristamalla 2–6 ruukusta nestettä mitta-astiaan. Mitattaessa kahdesta ruukusta on epävarmuuden riski melko suuri.

Suurta epävarmuutta aiheutti myös kennokohtaisten toistojen vähäisyys. Tuloksissa oli paljon hajontaa, kuten kennojen 1 ja 2 sekä 3 ja 4 välillä, joten kovin suoria johtopäätöksiä tuloksista ei voida vetää. Useammat toistot olisivat laajentaneet tutkittavan aineiston määrää, mutta toisaalta tuoneet varmuutta tuloksiin. Huono itävyys aiheutti sen, että joistakin kennoista päätyi vain alle 10 tainta kourukasvatukseen. Niiden antama keskiarvo ei ollut kovin luotettava ja lisäsi kokeen epävarmuutta.

12.3 Kehitysehdotukset

Kennoja täytettäessä huomattiin käytetyn ruokohelpihakkeen olevan suhteellisen kuivaa. Kennoja, joissa ei ollut matomultaa tuomassa kosteutta, jouduttiin kastelemaan hieman kennojen täytön yhteydessä. Vastaisuudessa ruokohelpihake tulisi kastella riittävän hyvin noin vuorokautta ennen kennojen täyttöä. Tällöin ruokohelpihakkeen kosteus ehtisi tasaantua ja kennojen välillä ei olisi niin suurta vaihtelua kosteuden suhteen.

Matomulta ei tässä kokeessa osoittautunut jääsalaatin kasvua parantavaksi lannoitteeksi. Seuraavissa kokeissa tulisi käyttää matomultaa, jossa leppäpuru ei ole ollut matojen ravintona. Esimerkiksi kasvintähteistä valmistettu matokomposti voisi olla seuraavassa kokeessa tutkimuksen kohteena.

Ruokohelpihakkeen kastelun ennen kennoihin täyttöä ja kennojen kokeen aikaisen kastelun tulisi olla tarkoin kontrolloitua, sillä kosteuserot kennoissa vaikuttaa varmasti tuloksiin. Tässä kokeessa jouduttiin turvautumaan käytännön syistä Viherkaste Oy:n henkilökunnan käyttämään letkukasteluun.

Vaikka kasvualustoissa käytetty ruokohelpihake seulottiin 8 mm:n seulan läpi, havaittiin käytetyn hakkeen olevan liian suurikokoista. Siemenet eivät todennäköisesti saaneet karkeasta alustasta riittävästi vettä, mistä syystä itävyys jäi huonoksi. Jatkossa kennoissa tulisi käyttää joko kokonaan hienommaksi hakeutettua ruokohelpeä tai käyttää hienojakoista ruokohelpihaketta aivan kennon pinnassa.

Suurin muutos seuraaviin kasvatuskokeisiin on lannoitteiden määrässä. Tässä kokeessa käytetty kananlannan määrä oli joko 2,5 % tai 5,0 %. Näistä pienempi määrä antoi ilman matomultaa parhaan tuloksen, kun taas suurempi määrä heikensi jääsalaattien kasvua merkittävästi. Seuraavissa kokeissa kannattanee kokeilla esimerkiksi 0,5 %:n 1,0 %:n ja 1,5 %:n kananlantapitoisuuksia. Lisäksi kananlannan tulee sekoittua kasvualustaan paremmin kuin tässä kokeessa saatu blenderin avulla tehty sekoitus sai aikaan. Kananlannan liuottaminen veteen ja ravintoliuoksen sekoittaminen ruokohelpihakkeeseen voisi olla kokeilemisen arvoinen menetelmä.

Seuraavat ruokohelpikasvualustojen kasvatuskokeet kannattaa tehdä esimerkiksi Viherkaste Oy:n jääsalaatille suunnitellussa kasvihuoneessa, jossa valaistus- ja lämpötilaolot ovat jääsalaatille sopivat. Seuraavissa kokeissa kannattaa myös käyttää jääsalaatille sopivaa kourujen väliä, jolloin saadaan tietoa myös siitä, onko ruokohelpikasvualustassa kasvaneen jääsalaatin laatu riittävää.

Lähteet

- Asetus lannoitevalmisteista 1784/14/2011.
- Atiyeh, R. M., Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger, J. D. & Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil.
<http://www.earthworm.co.za/wp-content/uploads/2009/04/effect-vc-plant-growth.pdf>. 27.4.2013
- Erikoiskasvien viljelyalat vuosina 2001–2010. Tilastokeskuksen uutiskirje tietosarka 3/2010.
<http://tike.multiedition.fi/tike/tietosarka/2010/kesakuu/erikoiskasvit.php>. 24.4.2013
- Flyktman, M. & Paappanen, T. 2005. Ruokohelven käyttökapasiteetti selvitys. VTT:n tutkimusselostus PRO2105/06.
[http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2006/siirto/trm2006_1_ruokohelven%20käyttökapasiteettiselvitys%20lopullinen%20\(2\).pdf](http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2006/siirto/trm2006_1_ruokohelven%20käyttökapasiteettiselvitys%20lopullinen%20(2).pdf). 20.4.2013.
- Iivonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Helsingin yliopisto. Ruralia-instituutti. Raportteja 32.
<http://www.helsinki.fi/ruralia/julkaisut/pdf/Raportteja32.pdf>. 17.4.2013.
- Isolahti, M., Lamminen, P. & Huuskonen, A. 2006. Ruokohelven käyttökelpoisuus rehukasvina.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituotanto/Nurmikasvit/Ruokohelven%20käyttökelpoisuus%20rehukasvina.pdf>. 17.4.2013.
- Kanniainen, T. 1997. Tehokkaasti kasvihuoneesta: Kasvualustat ja kasteluvesi, kasvinravinteet ja lannoitus. Helsinki: Opetushallitus.
- Kansallinen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelo. 2013.
<http://www.finlex.fi/data/normit/28518-07012fil1.pdf>. 21.4.2013.
- Karmakar, S., Brahmachari, K., Gangopadhyay, A. & Choudhury, S.R. 2011. Recycling of different available organic wastes through vermicomposting.
<http://downloads.hindawi.com/journals/chem/2012/945762.pdf>. 19.4.2013.
- Kasvihuonetuotanto ja ympäristö. 2002. Kyselytutkimuksen tulokset. Suomen ympäristökeskus.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12591>. 2.4.2013.
- Kasvualusta. 2013. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/erikoiskasvien-viljely/kasvihuoneviljely/kasvihuoneviljely-kaesikirja/kasvualusta>. 9.4.2013.
- Kasvuturpeen ja turvepohjaisten kasvualustojen laatuohje. 2010.
http://www.vapo.fi/filebank/282-5040-kasvuturve_laatuohje__1_10_2010.pdf 4.3.2013.
- Kasvuturve. 2013. <http://turveinfo.fi/kayttotavat/turpeen-muu-kaytto/kasvuturve>. 9.4.2013
- Kauppapuutarhaliitto ry. 2010. Ruukkuvihannesjaosto. Viljelijöiden tarkennukset ruukkusalaattien ja ruukkuyrttien laatuvaatimuksiin.
<http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/kauppapuutarhaliitto/kplry.nsf/532d131a1644d842c2256c08003342c4/dad031cb9f2849aac225761f0>

- 0438478/\$FILE/ruukkusalaatti_laatu%236EE570.pdf/ruukkusalaatti_laatuohje_FIN.pdf. 16.4.2013.
- Kekkilä. 2013. Ruukkusalaatin viljelyohjeet.
www.kekkila.fi/content/download/1939/34832/file/Ruukkusalaatti.pdf. 15.4.2013.
- Koivunen, T. (toim.), 1997. Tehokkaasti kasvihuoneesta: Kasvihuonetuotanto Suomessa, Lisäysmenetelmät, Kasvunohjaus ja –sääto. Helsinki: Opetushallitus
- Koski, E. 1995. Matokomposti. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Lannoitevalmistelaki 539/2006. 9.4.2013
- Maataloustilastot. 2013a. Puutarhatuotanto avomaalla ja kasvihuoneessa 2012 -taulukko. <http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/20>. 9.4.2013
- Maataloustilastot. 2013b. Puutarhatilastot 2012.
<http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/20>. 9.4.2013
- Maataloustilastot. 2013c. Tilastokeskus. Maataloustilastot. Käytössä oleva maatalousmaa 2012 -taulukko. <http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/35>. 10.4.2013.
- Modde 7. 2013.
[http://www.umetrics.com/Content/Document%20Library/Files/User Guides-Tutorials/MODDE_8_UG_Tutorial.pdf](http://www.umetrics.com/Content/Document%20Library/Files/User%20Guides-Tutorials/MODDE_8_UG_Tutorial.pdf)
- Moring, H. 2012. Puolikemiallisen sellu- ja kartonkitehtaan lietteen hyötykäyttö. http://ymparisto.lahtisbp.fi/easydata/customers/ymparisto/files/kuva/puolikemiallisen_sellu_ja_kartonkitehtaan_lietteen_hyotykaytto_2012.pdf. 14.4.2013
- Munroe, G. 2007. Manual of on-farm vermicomposting and vermiculture. http://www.organicagcentre.ca/DOCs/Vermiculture_FarmersManual_gm.pdf. 15.4.2013.
- Nylund, A. 2013. Suullinen tiedonanto. 8.4.2013.
- Paaivilainen, L. 1997. Agrokuidun tuotanto ja käyttö Suomessa. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen.
- Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A.-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. korjattu painos. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf>. 25.3.2013.
- Puustjärvi, V. 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Turveteollisuusliitto ry. Helsinki: Liikekirjapaino Oy.
- Puustjärvi, V. 1991. Kasvu ja kasvun hallinta kasvihuoneviljelyssä. Kauppapuutarhaliitto ry. Tuotanto-osaston julkaisu n:o 10.
- Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2005.
<http://www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf>
- Sirviö, J. (toim.) 2004. Viheralueiden kasvualustat. Viherystöliitto ry. Julkaisu 31.
- The garden. 2013. Growing media 2010-2012. Royal horticultural society. <http://www.hardy-plant.org.uk/articles/growingmedia.pdf>. 15.4.2013.
- Turve puutarhataloudessa. 2013. <http://turveinfo.fi/ajankohtaista/video/turve-puutarhataloudessa>. 12.3.2013.
- Vermicomposting in the U.S. 2013. Agri business week.
<http://www.agribusinessweek.com/vermicomposting-in-the-u-s>. 28.8.2013.

- Vermiculture gains momentum. 2010. North Carolina state University.
<http://www.bae.ncsu.edu/topic/vermicomposting/pubs/gains-momentum-biocycle.pdf>. 12.4.2013
- Viherkaste. 2013. <http://www.viherkaste.fi/>. 17.4.2013.
- Voipio, I. 2001. Vihannekset – lajit, viljely, sato. Helsinki. Puutarhaliiton julkaisu-
ja nro 316.